

# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA CHEMICKÁ

ÚSTAV CHEMIE POTRAVIN A BIOTECHNOLÓGIÍ

FACULTY OF CHEMISTRY

INSTITUTE OF FOOD SCIENCE AND BIOTECHNOLOGY

## STANOVENÍ NĚKTERÝCH NUTRIČNÍCH FAKTORŮ VE VYBRANÝCH DRUZÍCH OVOCE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. MARGITA SMĚLÁ

BRNO 2011



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA CHEMICKÁ  
ÚSTAV CHEMIE POTRAVIN A BIOTECHNOLOGIÍ

FACULTY OF CHEMISTRY  
INSTITUTE OF FOOD SCIENCE AND BIOTECHNOLOGY

# STANOVENÍ NĚKTERÝCH NUTRIČNÍCH FAKTORŮ VE VYBRANÝCH DRUZÍCH OVOCE

DETERMINATION OF SOME NUTRITION FACTORS IN SELECTED KINDS OF FRUIT

DIPLOMOVÁ PRÁCE  
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

Bc. MARGITA SMĚLÁ

VEDOUCÍ PRÁCE  
SUPERVISOR

RNDr. MILENA VESPALCOVÁ, Ph.D.

BRNO 2011



Vysoké učení technické v Brně  
**Fakulta chemická**  
Purkyňova 464/118, 61200 Brno 12

## Zadání diplomové práce

Číslo diplomové práce:	<b>FCH-DIP0534/2010</b>	Akademický rok: <b>2010/2011</b>
Ústav:	Ústav chemie potravin a biotechnologií	
Student(ka):	<b>Bc. Margita Smělá</b>	
Studijní program:	Chemie a technologie potravin (N2901)	
Studijní obor:	Potravinářská chemie a biotechnologie (2901T010)	
Vedoucí práce	<b>RNDr. Milena Vespalcová, Ph.D.</b>	
Konzultanti:		

### Název diplomové práce:

Stanovení některých nutričních faktorů ve vybraných druzích ovoce

### Zadání diplomové práce:

Teoretická část:

- 1) Stručná charakteristika vybraných druhů ovoce
- 2) Vitamin C - chemické vlastnosti a význam pro lidské zdraví
- 3) Přehled metod stanovení vybraných nutričních faktorů s důrazem na stanovení vitaminu C metodou HPLC

Experimentální část:

- 1) Zavedení a ověření metod stanovení vybraných nutričních faktorů
- 2) Stanovení vitaminu C metodou HPLC ve vybraných druzích ovoce
- 3) Vyhodnocení získaných výsledků a porovnání jednotlivých nutričních faktorů analyzovaných druhů ovoce

### Termín odevzdání diplomové práce: 13.5.2011

Diplomová práce se odevzdává ve třech exemplářích na sekretariát ústavu a v elektronické formě vedoucímu diplomové práce. Toto zadání je přílohou diplomové práce.

-----  
Bc. Margita Smělá  
Student(ka)

-----  
RNDr. Milena Vespalcová, Ph.D.  
Vedoucí práce

-----  
doc. Ing. Jiřina Omelková, CSc.  
Ředitel ústavu

V Brně, dne 15.1.2011

-----  
prof. Ing. Jaromír Havlica, DrSc.  
Děkan fakulty

## ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá stanovením nutričních parametrů a vitamínu C v různých odrůdách plodů jabloní (*Pirus Malus, L.*) a kdouloní (*Cydonia oblonga, Mill.*).

V teoretické části jsou popsány obecné charakteristiky vybraných druhů ovoce, jejich zdravotně významné látky a použití. Větší pozornost je věnována vitamínu C, kde jsou popsány chemické vlastnosti a význam pro lidské zdraví. Jsou zde zmíněny i metody pro stanovení vybraných nutričních faktorů s důrazem na stanovení vitamínu C metodou HPLC.

V experimentální části bylo analyzováno celkem 27 odrůd plodů jabloní a 16 odrůd plodů kdouloní, které pocházely z pěstitelské stanice Zahradnické fakulty Mendlovy univerzity. Pro stanovení vitamínu C byla použita metoda vysokoúčinné kapalinové chromatografie. Vitamin C byl stanoven jako kyselina askorbová.

Součástí experimentální části bylo stanovení jednotlivých nutričních parametrů. V každé odrůdě plodů jabloní a kdouloní byla stanovena sušina, celkové polyfenoly, celkové flavonoidy a titrovatelné kyseliny. Výsledkem bylo srovnání jednotlivých odrůd podle zastoupení a obsahu jednotlivých významných látek. Součástí práce byla i senzorická analýza jablek.

## ABSTRACT

Diploma thesis is concerned with determination of some nutrition factors and vitamin C in various cultivars of apples (*Pirus Malus, L.*) and quinces (*Cydonia oblonga, Mill.*).

In theoretical part there are described general characterization in selected kinds of fruits, their medically significant substances and utilization of these fruits. Main focus is paid to vitamin C. There are described its chemical properties and effect for human health. Various methods for determination of some nutrition factors with focus on determination of vitamin C by high-performance liquid chromatography.

In experimental part, total of 27 various cultivars of apples and 16 various cultivars of quinces were analyzed. These cultivars are from grower station Faculty of garden of Mendel university. For determination vitamin C was used by high-performance liquid chromatography. Vitamin C was determination as an ascorbic acid.

Some nutrition factors were analyzed in experimental part. There were analyzed dry matter, total flavonoids, total phenolics and titratable acid in various cultivars of apples and quinces. There were compared of some various cultivars after representation and content of significant substances as result. The last part of thesis was sensory analysis of apples.

## KLÍČOVÁ SLOVA

Kdouloně obecná, *Cydonia oblonga*, jablono, vitamin C, HPLC, flavonoidy, polyfenoly

## KEYWORDS

Quince, *Cydonia oblonga*, apple tree, vitamin C, HPLC, flavonoids, phenolics

SMĚLÁ, M. *Stanovení některých nutričních faktorů ve vybraných druzích ovoce*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, 2011. 96 s. Vedoucí diplomové práce RNDr. Milena Vespalcová, Ph.D.

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně a že všechny použité literární zdroje jsem správně a úplně citovala. Diplomová práce je z hlediska obsahu majetkem Fakulty chemické VUT v Brně a může být využita ke komerčním účelům jen se souhlasem vedoucího bakalářské práce a děkana FCH VUT.

.....  
podpis studenta

## PODĚKOVÁNÍ

Chtěla bych touto cestou poděkovat RNDr. Mileně Vespalcové Ph.D. za odborné vedení, cenné rady a pomoc při vzniku této diplomové práce.

Dále Ing. Jitce Cetkovské za pomoc při experimentální práci a odborné rady.

# OBSAH

1	ÚVOD .....	7
2	TEORETICKÁ ČÁST.....	8
2.1	JABLOŇ .....	8
2.1.1	Informace o rostlině .....	8
2.1.2	Chemické látky obsažené v jablkách .....	8
2.1.3	Choroby jabloní.....	9
2.1.4	Využití.....	9
2.1.5	Produkce.....	10
2.2	KDOULOŇ OBECNÁ .....	11
2.2.1	Informace o rostlině .....	11
2.2.2	Chemické látky obsažené v kdoulích .....	12
2.2.3	Využití.....	13
2.2.4	Produkce.....	13
2.3	VITAMIN C .....	14
2.3.1	Struktura a názvosloví.....	14
2.3.2	Fyziologie a výživa .....	15
2.3.3	Použití.....	16
2.3.4	Stabilita a extrakce.....	17
2.3.5	Reakce .....	18
2.3.5.1	Askorbová kyselina .....	18
2.3.5.2	Dehydroaskorbová kyselina .....	20
2.4	VYSOKOÚČINNÁ KAPALINOVÁ CHROMATOGRRAFIE (HPLC) .....	22
2.4.1	Instrumentace v HPLC .....	23
2.5	MOŽNOSTI STANOVENÍ VITAMINU C TECHNIKAMI HPLC .....	25
2.5.1	UV detekce.....	26
2.5.2	Fluorescenční detekce .....	26
2.5.3	Elektrochemická detekce .....	26
2.6	NUTRIČNÍ PARAMETRY .....	27
2.6.1	Sušina .....	27
2.6.2	Polyfenoly.....	27
2.6.3	Titrovatelné kyseliny .....	27
2.6.4	Flavonoidy.....	28
2.7	SENZORICKÁ ANALÝZA .....	29
2.7.1	Metody používané pro senzorické hodnocení potravin .....	29
2.7.2	Senzorická analýza jablek .....	30
3	EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST .....	31
3.1	POMŮCKY.....	31
3.2	PŘÍSTROJE .....	31
3.3	CHEMIKÁLIE.....	31
3.4	MATERIÁL .....	32
3.5	STANOVENÍ NUTRIČNÍCH FAKTORŮ .....	33

3.5.1	<i>Úprava matic pro stanovení nutričních faktorů</i>	33
3.5.2	<i>Stanovení sušiny</i>	33
3.5.3	<i>Stanovení refraktometrické sušiny</i>	33
3.5.4	<i>Stanovení titrovatelných kyselin</i>	34
3.5.5	<i>Stanovení celkových flavonoidů</i>	35
3.5.6	<i>Stanovení celkových polyfenolů</i>	35
3.6	STANOVENÍ VITAMINU C V PLODECH VYBRANÝCH DRUHŮ OVOCE METODOU HPLC	36
3.6.1	<i>Stanovení vitamínu C v plodech jabloní</i>	36
3.6.2	<i>Stanovení vitamínu C v plodech kdouloní</i>	37
4	VÝSLEDKY A DISKUZE	39
4.1	STANOVENÍ VYBRANÝCH NUTRIČNÍCH PARAMETRŮ	39
4.1.1	<i>Stanovení sušiny</i>	39
4.1.2	<i>Stanovení refraktometrické sušiny</i>	41
4.1.3	<i>Stanovení titrovatelných kyselin</i>	43
4.1.4	<i>Stanovení celkových flavonoidů</i>	45
4.1.5	<i>Stanovení celkových polyfenolů</i>	48
4.2	STANOVENÍ VITAMINU C V PLODECH JABLONÍ A KDOULONÍ	51
4.3	SROVNÁNÍ STANOVOVANÝCH NUTRIČNÍCH PARAMETRŮ V JABLKÁCH A KDOULÍCH	54
4.4	SENZORICKÁ ANALÝZA	57
4.4.1	<i>Vzhled plodu</i>	59
4.4.2	<i>Vůně plodu</i>	60
4.4.3	<i>Charakter slupky</i>	60
4.4.4	<i>Konzistence dužiny</i>	61
4.4.5	<i>Šťavnatost dužiny</i>	61
4.4.6	<i>Chuť podle kyselosti dužiny</i>	62
4.4.7	<i>Chuť podle sladkosti dužiny</i>	62
4.4.8	<i>Chuť podle celkového dojmu</i>	63
5	ZÁVĚR	64
6	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	65
7	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	68
8	SEZNAM PŘÍLOH	69

# 1 ÚVOD

Jabloň provází člověka již několik tisíciletí a patří k nejrozšířenějším ovocným stromům mírného pásma. Jablka patří stále k nejžádanějšímu ovoci a významně se podílí na výživě obyvatelstva. Pěstování jabloní představuje velký význam jak zdravotní, potravinářský tak i estetický. Mezi hlavní nutričně významné látky obsažené v jablku patří pektiny, flavonoidy, polyfenoly a vitaminy, které mají pozitivní vliv na lidský organismus. Konzumace jablek napomáhá snižovat hladinu cholesterolu v krvi, působí příznivě na trávicí ústrojí a posiluje imunitní systém. Jablka spolu s citrusovými plody patří v Evropě k nejvíce konzumovanému ovocnému druhu. Průměrná spotřeba jablek na obyvatele za rok činí okolo 25 kg. Hlavní jabloňové oblasti se u nás vyskytují v podhůří, kde je dostatek vláhy a rovněž menší výskyt chorob a škůdců.

Mezi méně známé druhy ovoce patří kdouloň obecná. Pochází ze střední Asie a jako ovocná dřevina je oblíbená ve všech zemích jižní Evropy. V České republice se pěstuje v teplejších oblastech jako ovocný strom, který je známý zejména pro své aromatické plody s vysokým obsahem pektinu. Plody kdouloní nejsou vhodné k přímé konzumaci pro jejich tužší konzistenci, malou šťavnatost a trpkou a svíravou chuť. Představují však významnou konzervářenskou surovinu pro celou řadu domácích a průmyslových výrobků. Jsou vhodné především pro přípravu kompotů a džemů. V dřívějších dobách se z kdoulí vyrábělo chutné a trvanlivé pečivo s typickou a nenapodobitelnou vůní a příchutí. V lékařství se využívají plody kdoulí také k léčení žaludečních potíží, zánětech v krku a obtížích s dásněmi. V České republice jsou plody kdouloně využívány méně než ve světě a většinou se u nás setkáváme se zahraničními výrobky.

Vitamin C je významný nutriční faktor sledovaný v nejrůznějších druzích ovoce. Jeho stanovení je v dnešní době věnována značná pozornost a tématem se zabývá velké množství studií odborné literatury.



## 2 TEORETICKÁ ČÁST

### 2.1 Jabloň

#### 2.1.1 Informace o rostlině

Jabloně jsou u nás nejpěstovanějším ovocným druhem a konzumace jablek převládá nad ostatními ovocnými plody. Pěstují se v širokém rozmezí klimatických a půdních podmínek. Nejvíce jabloní se pěstuje v Evropě, Severní Americe a mnohem méně v Asii a Austrálii.

Botanicky řadíme jabloň do čeledi růžovitých (*Rosaceae*), podčeledi jabloňovité (*Maloideae*) a rodu *Mallus Mill.* [1,2]

Jabloně jsou opadavé a otužilé stromy dorůstající do výšky až 10 m. Květy jsou oboupohlavné a vyrůstají po 2 až 8 z jednoho pupenu. Květ má většinou 5 bílých, růžových nebo červených plátků korunních a 5 lístků kališních. Plodem je malvice obsahující kolem 5 až 12 semen v jádřinci. Jde o plod dužnatý, který dozrává v přírodních podmínkách v období srpna až září. Tvar plodů je proměnlivý a zbarvení může být zelené, žluté, oranžové, rudé až rubínové. Rozmanitá je i dužina, která může být chrupavá až kašovitá, suchá či šťavnatá, kyselá, hořká, jemná i aromatická. Odrůdy dělíme podle konzumní zralosti na letní, podzimní a zimní. [1,2]



Obrázek 1: Květ jabloně [3]

#### 2.1.2 Chemické látky obsažené v jablkách

Jablko se skládá z dužiny (92–97 % hmotnosti), jádřince se semeny (0,9–2,5 %) a slupky (3 %). Dužina obsahuje kolem 85 % vody, 12 % cukry, 1,6 % vlákniny, 0,4 % bílkovin, 0,1 tuků, 0,1–1,0 % pektinu a 0,2–1,6 % kyselin. V nezralých jablkách se vyskytuje až 1 % tříslovin, které v období sběru klesají na 0,1 %. Značný význam mají **cukry**, jablko obsahuje 6,5–11,8 % fruktosy, 2,5–5,5 % glukosy a 1,0–5,3 % sacharosy. [2]

Z **aromatických látek** jsou v plodech zastoupeny především estery kyselin, aldehydy a silice.

**Dusíkaté látky** tvoří většinou jen malý podíl do 1 %. Z nichž přibližně polovinu tvoří bílkoviny a zbytek dusíkaté látky rozpuštěné ve vodě (dusitany a dusičnany).

Jablka jsou zdrojem **vitamínů** – nejvíce je zastoupen vitamin C (kyselina askorbová), dále v menším množství vitamin B6 (pyridoxin), E (tokoferol) a B3 (niacin). [2]

**Minerální látky** se podílejí na celkové hmotnosti čerstvých plodů obsahem 0,25–0,75 %. V plodech jsou nejvíce zastoupeny sodík, draslík, vápník, hořčík a fosfor. [2,4]

Obsah **organických kyselin** se pohybuje v rozmezí 1,0–1,5 %, kdy největší podíl zaujímá kyselina jablečná. Druhou významnou látkou je kyselina chinová, která společně s kyselinou kávovou tvoří kyselinu chlorogenovou. Dále je přítomná kyselina citrónová. [4,5]

Jablka jsou bohatým zdrojem **fenolických látek**, které se vyskytují v dužině, ale především ve slupce. Největší zastoupení tj. 60 % z celkových fenolických sloučenin ve slupce zaujímají deriváty flavan-3-olu [(+) katechin, (-)-epikatechin a antokyanidin]. Dále je obsažena kyselina chlorogenová (9 %), dihydrochalkony (8 %) a antokyany (5 %). V dužině se vyskytují především flavonoidy kvercetin a rutin. [4]

### 2.1.3 Choroby jabloní

#### *Strupovitost jabloní*

Strupovitost je považována za nejvýznamnější chorobu jabloní. Původcem je houba *Venturia inaequalis*. Zpočátku se na listech objevují šedohnědé skvrny, které se postupně zvětšují a tmavnou. Silná infekce může způsobit i předčasné opadání listů. Na plodech se tvoří hnědé až černé skvrny a při silném napadení dochází k praskání a deformacím. Napadené plody jsou znehodnocené, nechutné a neprodejné. Pěstované odrůdy jsou k chorobě různě náchylné.

Rozhodující význam pro vznik infekce má doba ovlhčení ve vztahu k teplotě. Za vegetace se choroba šíří konidiemi, které způsobují sekundární infekce. Dochází k nim za deštivého počasí, kdy optimální teploty se pohybují v rozmezí 17 až 24 °C. [2]

#### *Padlí jabloně*

Po strupovitosti jde o druhou nejzávažnější chorobu jabloní. Původcem je houba *Podosphaera leucotricha* a napadá pupeny, listy, květenství i plody. Pupeny špatně raší, květy jsou menší a nevyvinuté a na plodech se vytváří jemná síťkovitá rzivost. Na napadených listech i plodech se vytváří bělavý moučnatý povlak.

Rozvoj choroby podporují vyšší teploty, střídavá vzdušná vlhkost a přehnojení dusíkem za současného nedostatku draslíku. Preventivní ochranou je výběr vhodných odrůd s ohledem na stanovištní podmínky. [2]

Mezi další choroby jabloní, jejichž původcem je houba jsou: sázovitost jablek (původce *Gloeodes pomigena*), moniliová hniloba jádrovin (původce *Monilinia fructigena*), nectriová rakovina (*Nectria galligena*), fyziologická skvrnitost, křenčení jablek a korkovatění dužiny a virová mozaika. [2]

### 2.1.4 Využití

Pěstování jabloní má velký význam jak zdravotní, potravinářský tak i estetický. Jablka jsou po zdravotní stránce významná hlavně jako zdroj vitamínu C a dalších antioxidantů, dále pro svůj obsah minerálních látek, pektinu a dalších prospěšných látek. Jablka spolu s citrusovými plody patří v Evropě k nejvíce konzumovanému ovoci. Skutečná spotřeba jablek na obyvatele za rok činí okolo 25 kg. [2]

Látky obsažené v jablkách mají blahodárné účinky na lidský organismus. Snižují hladinu cholesterolu a krevních tuků, zklidňují nervovou soustavu, posilují imunitní systém, stabilizují hladinu cukru v krvi, čistí střeva a mají alkalizující a antioxidační účinky.

Jablka přímo ovlivňují peristaltiku střev a upravují jejich funkci, a to jak při průjmu, tak při zácpě. Pektin v jablkách vstřebává a likviduje toxiny vytvořené bakteriemi, které zapříčiňují gastroenteritidu a kolitidu. Taniny vysušují střevní sliznici a zmírňují její zánět a organické kyseliny ničí mikroby a obnovují normální bakteriální flóru ve střevech. [6]

Díky vysokému obsahu flavonoidů, hlavně kvercetinu a rutinu, jablka zabraňují ukládání cholesterolu v cévách. Snižují také přilnavost krevních destiček, čímž pomáhají předcházet tvoření krevních sraženin. Pravidelnou konzumaci jablek lze rovněž předcházet zužování koronárních artérií, a tedy i infarktu myokardu. [7]

Jablka slouží především k přímé konzumaci, mají však i pestré možnosti využití v podobě dalších produktů.

- *Sušené jablka tzv. křížaly* patří k nejstaršímu způsobu konzervace. Šetrným sušením se zachová velké množství vitamínů, minerálních látek a bílkovin.
- *Jablečná šťáva* je velkým zdrojem vitamínů, přírodního cukru, pektinu, vlákniny, flavonoidů, ovocných kyselin a dalších látek. Velmi využívaný je jablečný mošt. [6]

### 2.1.5 Produkce

V současné době je v České republice v evidenci zaznamenáno 9033 ha plodných jabloňových sadů. [8].

Jablka jsou nejdůležitějším ovocným druhem u nás, jelikož jejich podíl na celkové tuzemské produkci ovoce je v průměru vyšší jak 60 %. Roční produkce jablek se pohybuje v rozmezí 250 až 300 tisíc tun. Česká republika se v Evropské Unii podílí na celkové produkci ovoce jen 0,7 %, avšak u jablek je tento podíl větší a činí 1,4 % této produkce. [8]

Hlavní jabloňové oblasti se vyskytují v podhůří, kde je dostatek vláhy a menší výskyt chorob a škůdců. Plody zde dozrávají později a bývají aromatictější a trvanlivější. V teplých oblastech jsou plody cukratější, vybarvenější a dříve dozrávají, ale jejich trvanlivost je menší. U nás se pěstuje mnoho odrůd, které můžeme rozdělit na letní, podzimní a zimní, kdy největší zastoupení mají odrůdy zimní. Největší podíl plochy u nás zaujímá odrůda Golden Delicious. [9]

Na českém trhu se vyskytuje celá řada produktů z jablek, zde jsou vybrány jen některé.

- *Hamé*: Společnost, která je na českém trhu tradičním výrobcem potravin a kojenecké výživy Hamánek a BIO Hamánek, např. jablečné přesnídávky. [10]
- *Rudolf Jelínek*: Vizovická společnost proslulá výrobou destilátů, např. 45 % ovocný destilát - jablekovice. [11]
- *Vitaminátor*: Firma sídlící v Sosnové, která se zabývá výrobou 100 % ovocné šťávy z ovoce a zeleniny. Vyrábí 100 % čistou jablečnou šťávu nebo v kombinaci s jinými druhy ovoce a zeleniny. [12]



Obrázek 2: Ovocné šťávy firmy Vitaminátor [13]

## 2.2 Kdouloň obecná

### 2.2.1 Informace o rostlině

Kdouloň obecná pochází ze střední Asie a jako ovocná dřevina je oblíbená ve všech zemích jižní Evropy. Nejvíce je rozšířená v listnatých lesích v kaspických oblastech. Přestože se jedná o teplomilnou dřevinu, dobře roste a pravidelně plodí i v našich klimatických podmínkách, zejména na jižní Moravě a jižním Slovensku. Ve starověku byly její plody označovány jako „zlatá jablka Hesperidek” nebo jako „Venušiny symboly plodnosti”. [14]

Botanický název kdouloň obecné je *Cydonia oblonga* Mill., patří do rodu *Rosaceae* a podtřídy *Maloideae*. Kdouloň vytváří 8 metrů vysoký keř velmi dekorativního vzhledu s tenkými celokrajnými listy a velkými, světle růžovými květy. Mladé dřevo je šedohnědé, kmen starších stromů je často zakroucený, rýhovaný a šupinově se odlupuje. [14,15]

Plody jsou plstnaté velmi aromatické malvice sytě žluté barvy hruškovitého (Piriformis) nebo hrbolatě jablkovitého (Maliformis) tvaru obsahující tuhou a trpkou dužinu bohatou na slizy. Kdouloň vykvetá koncem května a června bílými až narůžovělými květy vyrůstajícími na koncích jarních výhonků. Průměrná hmotnost plodů se pohybuje kolem 180 až 400 g. [14]

Kdouloň obecná má dva poddruhy – *subspecies oblonga* a *integerrima*. Kvalitní ovoce můžeme získat pouze z ušlechtilých odrůd, které mají velké plody s jemnou dužinou. Kdouloň prakticky netrpí chorobami ani škůdci a dosahuje stáří 20 až 25 let. U nás se keře kdouloní vyskytují planě zejména na Roudnicku a Brněnsku. Mezi nejčastěji pěstované odrůdy v České republice patří např.: Bereckého, Triumph, Leskovačka, Champion, Hemus a Vranja. [14,15]



Obrázek 3: Kdouloň obecná [21]

### 2.2.2 Chemické látky obsažené v kdoulích

Kdouloň se skládá z dužiny (91,6–96,9 % hmotnosti), jádřince se semeny (0,3–2,5 %) a slupky (2,9 %). Dužina obsahuje 82–86 % vody, 1,2–1,8 % pektinu a 0,6 % taninu. V sušině zaujímají největší podíl sacharidy ( $153 \text{ g.kg}^{-1}$ ) a vláknina ( $16 \text{ g.kg}^{-1}$ ), dále bílkoviny ( $4 \text{ g.kg}^{-1}$ ) a tuky ( $1 \text{ g.kg}^{-1}$ ). Kdoule obsahuje přibližně 5,6–6,6 % fruktosy, 2,0–2,4 % glukosy, 0,4–1,6 % sacharosy, tedy celkem 8,0–11,0 % cukru. [16,17].

Ve studiích zabývajících se složením kdoulí bylo zjištěno, že semena plodu obsahují glukany, galakto-glukany, galakto-manno-glukany a arabino-xylan. Semena obsahují také jedovatý alkaloid amygdalin. [18]

Dále kdouloň obsahuje velké množství **vitaminů**–A (retinol), B1 (thiamin), B2 (riboflavin), B3 (niacin), B6 (pyridoxin), C (kyselina askorbová) a kyselinu listovou. Z **minerálních látek** obsahuje hlavně vápník, fosfor, železo, draslík a sodík. [16,19]

V dužině, slupce i semenech kdouloň se vyskytuje i skupina zdravotně velmi prospěšných **fenolických látek**, které patří do skupiny antioxidantů. Nejrozšířenější látkou je kyselina kaffeoylchinová, která v dužině zaujímá 97 % ze všech fenolických látek. Ve slupce je obsaženo asi 8krát více fenolických sloučenin než v dužině. [19,20]

Dalšími významnými látkami jsou **flavonoidy**, které se vyskytují v dužině i ve slupce plodu. Deriváty kvercetinu a rutin se vyskytuje v dužině, zatímco ve slupce se nejvíce objevuje keampferol. [18,19]

Kdouloň dále obsahuje **organické kyseliny**. Největší zastoupení zaujímají kyseliny jablečná a chinová, které tvoří 93 % podíl z celkového obsahu kyselin v kdoulích. Menší zastoupení pak mají kyseliny askorbová, citrónová, fumarová, šťavelová a šikimová. [19]

Dále byly v plodech identifikovány **volné aminokyseliny**. Ve slupkách bylo obsaženo asi 1,6krát více aminokyselin než v dužině. Nejvíce jsou zastoupeny kyselina asparagová, glutamová, serin, cystein a hydroxyprolin. [19]



*Obrázek 4: Plod kdouloň [22]*



### 2.2.3 Využití

V potravinářství nejsou plody kdouloní vhodné v syrovém stavu k přímé konzumaci, zejména pro jejich tužší konzistenci, malou šťavnatost a pro trpkou a svíravou chuť. Představují však významnou konzervářenskou surovinu pro celou řadu domácích a průmyslových výrobků. Jsou vhodné především pro přípravu kompotů, džemů, rosolů a želé. V dřívějších dobách se z kdoulí vyrábělo chutné a trvanlivé pečivo s typickou a nenapodobitelnou vůní a příchutí. [16]

V zahradnictví se kdouloň využívá pro okrasné účely a lze ji pěstovat ve tvaru stromku nebo stříhaného živého plotu. [14]

V lidovém léčitelství se plody kdoulí používají k léčení revmatismu. Semena obsahují velké množství slizu, amygdalin, tanin, albumin a třísloviny. Sliz, který se uvolní ze semen plodu se používá k zevnímu pokrytí sliznic jako ochrana před zánětem. [17]

V lékařství se využívají plody kdoulí také na žaludeční potíže, zánětu v krku a obtížích s dásněmi. Dále se sliz využívá jako náhrada arabské gumy a přidává se do leštících přípravků. [16]

### 2.2.4 Produkce

Plody kdoulí jsou více využívány ve světě než v České republice. U nás se většinou setkáváme se zahraničními výrobky. Zde jsou uvedeny některé firmy a jejich produkty obsahující kdoule.

- *B. J. Vitis*: Brněnská firma, která se zabývá výrobou octu z kdoulí – *Vitis Digestis* ocet kdoule. [23]
- *Rudolf Jelínek*: Vizovická firma vyrábějící 42% ovocný destilát - kdoulovici. [11]
- *Oxalis*: Slušovická společnost, která se zabývá výrobou a distribucí produktů z čaje a kávy. Kdoule je surovinou pro výrobu ovocných čajů. [24]



Obrázek 5: Ovocný destilát Kdoulovice [11]

## 2.3 Vitamin C

### 2.3.1 Struktura a názvosloví

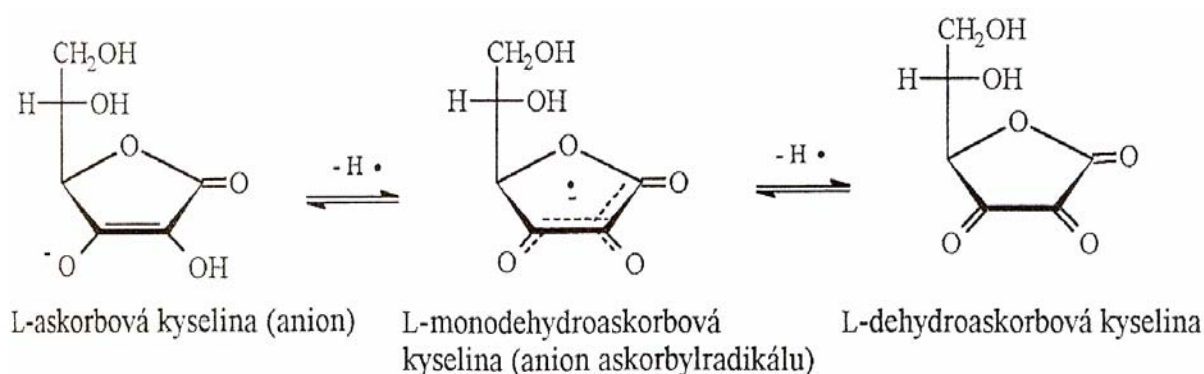
Vitamin C nebo-li kyselina askorbová představuje základní biologicky aktivní sloučeninu, která se vyskytuje ve čtyřech možných stereoizomerech. Aktivitu vitaminu C však vykazuje pouze kyselina L-askorbová ( $\gamma$ -lakton *L-threo*-hex-2-enonové kyseliny). Silné redukční účinky ji dodává endiolové uspořádání na C<sub>2</sub> a C<sub>3</sub> atomu. D-askorbová kyselina a druhý pár enantiomerů, tj. L-isoaskorbová a D-isoaskorbová kyselina prakticky aktivitu vitaminu nevykazují. Vitaminem C neoznačujeme pouze kyselinu L-askorbovou, ale celý reversibilní redoxní systém. Ten zahrnuje tedy kyselinu L-askorbovou, dále produkt její jednoelektronové oxidace tj. L-askorbylradikál a produkt dvoelektronové oxidace tj. L-dehydroaskorbovou kyselinu. Askorbylradikál a kyselina askorbová se v roztocích o fyziologickém pH vyskytují jako anionty. [25]

Vitamin C se podílí na významných hydroxylačních reakcích probíhající v organismu. Je rovněž kofaktorem enzymu prolyhydroxylasy, kdy hydroxylací prolinu vzniká z globulárního protokolagenu síťovaná struktura kolagenu, která zajišťuje funkci vazivové tkáně. [26]

Dále se účastní biosyntézy mukopolysacharidů a prostaglandinů. Má vliv na absorpci iontových forem železa a jeho transportu. Stimuluje transport sodných, chloridových a vápenatých iontů a uplatňuje se v metabolismu cholesterolu, drog a v řadě dalších reakcí.

Velmi důležité jsou reakce vitaminu C s aktivními formami kyslíku resp. volnými radikály a reakce s oxidovanými formami vitaminu E, které zabezpečují jeho ochranu a dále ochranu lipidů membrán před oxidací. Ochranou funkci představuje i pro labilní formy kyseliny listové. Inhibuje také tvorbu nitrosoaminů a působí tak jako modulátor metagenese a karcinogeneze. [25,27]

V těle může volně přecházet jedna forma vitaminu C ve druhou. Celý tento oxidačně-redukční systém slouží k inaktivaci volných radikálů a tím chrání organismus před aterosklerozou a onkogenezí. [26]



Obrázek 6: Biologicky aktivní formy vitaminu C [25]

### 2.3.2 Fyziologie a výživa

Vitamin C plní v lidském organismu mnoho důležitých funkcí. Většina živočichů je schopná syntetizovat si kyselinu askorbovou z glukózy pomocí čtyř enzymů nacházejících se v játrech. Jelikož lidskému organismu chybí čtvrtý enzym neumí si člověk vitamin C vytvořit sám a musí ho přijímat jako součást potravy. Jedná se o vitamin rozpustný ve vodě. [30]

Doporučená denní dávka vitaminu C se pohybuje v rozmezí 60–200 mg, avšak k ochraně před hypovitaminosou postačí množství 30 mg. Při hypovitaminose vzniká tzv. jarní únava, která bývá doprovázena sníženou odolností k infekcím. Avitaminosa, nebo-li nedostatek vitaminu C vyvolává po určité době tzv. skorbut (kurděje), které se projevují krvácením z dásní, pod kůži, do svalů a do vnitřních orgánů. Následek hypervitaminosy jsou projímavými účinky. [25,26]

Zdrojem jsou hlavně brambory, zelenina a ovoce, kdy veškerá potřeba vitamínu je kryta z potravy. V potravinách rostlinného původu je 90–95 % vitaminu obsaženo ve formě kyseliny askorbové a zbytek tvoří kyselina dehydroaskorbová. Z živočišných potravin jsou nejvýznamnějším zdrojem játra. [25]

Významným zdrojem je také brokolice a pomerančová šťáva. Využitelnost vitaminu C je ve vařené brokolici o 20 % vyšší než v syrovém stavu. Příčinou může být nedostatečné zpracování potravy v ústech nebo jejím trávením. Kouření značně snižuje hladinu vitaminu C. [31]

Antivitaminem C se rozumí celá řada oxidoreduktás, které se uplatňují v metabolismu vitaminu C u živočichů a rostlin. Patří sem například askorbát oxidáza, askorbát peroxidáza a superoxid dismutáza. [25]

Tabulka 1: Obsah vitaminu C v potravinách [25]

Potravina	mg·kg <sup>-1</sup>	Potravina	mg·kg <sup>-1</sup>
šípky	2500 - 10000	šunka	300 - 500
černý rybíz	1100 - 3000	angrešt	330 - 480
petržel kadeřavá	1500 - 3000	pažitka	430
kapusta	700-1400	brambory	80 - 400
brokolice	1100 - 1130	rajčata	80 - 380
kiwi	700 - 1270	vnitřnosti	50 - 340
křen	450 - 1200	mrkev	50 - 100
špenát	350 - 840	lilek	80
jahody	400 - 700	hroznové víno	20 - 50
citrony	300 - 640	jablka	15 - 50
pomeranče	300 - 600	maso	10 - 20
melouny	130 - 590	mléko	5 - 20



### 2.3.3 Použití

Kyselina askorbová má díky svým vlastnostem (vitamin, antioxidant a chelatační činidlo) široké použití zejména jako potravinářské aditivum v konzervářské a kvasné technologii a dále v technologii masa, tuků a cereálií. Při nakládání masa redukuje kyselina askorbová dusičnany na dusitany. [25]

Jako antioxidant se používá ve vodě rozpustná sůl natrium-askorbát (askorbát sodný) a lipofilní 6-palmitoyl-L-askorbová kyselina, která současně inhibuje tvorbu nitrosaminů v nakládaném mase a v masných výrobcích. Využití mají také nepolární acetyly askorbové kyseliny odvozené od mastných aldehydů jako inhibitory tvorby nitrosoaminů při výrobě šunky. Tyto acetaly jsou stabilnější než askorbyl-palmitát. Natrium-askorbát a některé významné estery kyseliny askorbové tj. askorbyl-palmitát a askorbyl-fosfát jsou plně aktivní, kdežto askorbyl-sulfát představuje zcela neaktivní formu vitamínu. Fosfát a sulfát jsou asi dvacetkrát stabilnější vůči oxidaci než volná kyselina. Stejnou biologickou aktivitu jako má kyselina askorbová vykazuje 2-O- $\alpha$ -D-glukosid. Kyselina isoaskorbová vykazuje pouze 5 až 20 % aktivity vitamínu, ale lze ji použít alespoň jako antioxidant. [25]

Kyselina askorbová se přidává k ovocným džusům, konzervovanému a mrazírensky skladovanému ovoci jako prevence nežádoucích změn aroma, které jsou vyvolané oxidací při skladování a zpracování. K odstranění kyslíku v hermeticky uzavřených obalech je nutný přídavek 3-7 mg kyseliny askorbové na 1 cm<sup>3</sup> přítomného vzduchu. Askorbová kyselina se společně s kyselinou citrónovou dále používá jako inhibitor reakcí enzymového hnědnutí při loupání, krájení a sušení ovoce, zeleniny a brambor. [25]

Přídavek kyseliny askorbové v množství 20-30 mg·kg<sup>-1</sup> je prevencí tvorby tzv. chladových a oxidačních zákalů piva a prevencí nežádoucích změn chuti a aroma při pasteraci a skladování. Použití kyseliny askorbové při výrobě vína umožňuje snížit množství použitého oxidu siřičitého k síření. [25]

Ke zlepšení pekařských vlastností mouky se přidává 20-100 mg·kg<sup>-1</sup> kyseliny askorbové. Kyselina askorbová se dále používá jako antioxidant tuků askorbyl-palmitát v množství 0,006-0,040 %. [25]

Hladinu kyseliny askorbové v živočišných orgánech zvyšuje přítomnost bioflavonoidů, které jí chrání před oxidací katalyzovanou ionty kovů nebo zvyšují její utilizaci v organismu. Přirozené zdroje kyseliny askorbové obsahují také flavonoidy, a proto je účinnější než syntetický vitamin C.

Přídavek kyseliny askorbové a dusitanů urychluje a zkvalitňuje výrobu v masném průmyslu. Zkracuje dobu uzení a urychluje tvorbu charakteristického zbarvení masa ošetřeného dusitany. Askorbová kyselina také zvyšuje inhibiční účinek dusitanů na toxigenogenní bakterie *Clostridium botulinum*.

Průmyslově se vyrábí kyselina askorbová z glukózy hydrogenací až na cukerný alkohol D-sorbitol, který je následně enzymově převeden specifickou oxidací na L-sorbose použitím bakterie *Acetobacter rufoxydans*. Na atom C<sub>1</sub> diacetonového derivátu L-sorbose se zavede karboxylová skupina a vznikne diacen-2-oxogulonová kyselina, která zahříváním s HCl poskytne kyselinu askorbovou. [25]

### 2.3.4 Stabilita a extrakce

Askorbová kyselina je velmi nestabilní a celkové ztráty mohou činit 20 až 80 %. Díky vysoké rozpustnosti kyseliny askorbové ve vodných roztocích dochází k největším ztrátám výluhem, blanširováním, vařením a konzervováním ovoce a zeleniny. Velikost ztrát závisí na pH prostředí, teplotě, množství vody, velikosti povrchu materiálu, zralosti, rozsahu kontaminace těžkými kovy a přívodu kyslíku. Ke ztrátám dochází i při mléčném kvašení zeleniny a při loupání plodů. Ztrátám vitamínu C můžeme předcházet omezením kontaktu potravin se vzduchem (inertní atmosféra, přídavek hydrogensířičitanů a kvašení). Dále snížením množství přítomných železitých a měďnatých iontů jejich vazbou do neaktivních komplexů chelatačními činidly a také vytvářením nepříznivých podmínek pro vznik komplexů kovových iontů snížením aktivity vody a pH. [25, 31]

Stabilita kyseliny askorbové závisí zejména na pH prostředí. Nižší pH a vysokoteplotní krátkodobá sterilace zajišťuje menší ztráty kyseliny askorbové. Nejstabilnější je vitamin C při zamrazení, avšak k větším ztrátám může docházet při následném rozmrazení potravin.

Mezi hlavní faktory ovlivňující stabilitu vitamínu C patří:

#### ***Vliv světla***

Kyselina askorbová a dehydroaskorbová jsou velmi citlivé na světlo a snadno podléhají degradaci. Některé studie se zabývaly působením přirozeného a UV světla (265 nm) na kyselinu askorbovou uzavřenou v průhledném nebo tmavém skle. Výsledek ukázal, že obě světla způsobují degradaci kyseliny askorbové. Po jedné hodině klesla počáteční koncentrace kyseliny askorbové na hodnotu 84,2 % v průhledném skle a na hodnotu 95,6 % v tmavém skle. [29]

#### ***Vliv teploty***

Teplota je klíčovým faktorem, který významně ovlivňuje stabilitu kyseliny askorbové a dehydroaskorbové v roztoku. Studie ukázaly, že při teplotě 40 °C klesla koncentrace kyseliny askorbové během jedné hodiny o 75%. Extrakce se provádí nejčastěji při nízkých teplotách používáním vychlazených roztoků a vhodná může být i extrakce na ledu. [31]

#### ***Vliv pH***

Dobrou stabilitu a výtěžnost extrakce kyseliny askorbové zajišťuje pH okolo 2,1.

#### ***Vliv stabilizátorů***

K nejpoužívanějším extrakčním činidlům patří kyselina metafosforečná, šťavelová, trichloroctová, dále lze použít příměsi jako jsou methanol, ethanol, EDTA, orthofosforečnou kyselinu, dithiotreitol, homocystein, L-cystein, glutathion a další.

Při extrakci kyseliny askorbové je nutná inaktivace degradačních enzymů, které by jinak snížily obsah kyseliny askorbové. Kyselina askorbová podléhá snadno oxidaci v alkalickém prostředí, proto je vhodné provádět extrakci kyselinou, aby došlo k potlačení metabolické aktivity enzymů hned po rozrušení buněk. K extrakci je vhodná kyselina monohydrogenfosforečná, která poskytuje čistější extrakce než kyselina šťavelová. Bylo to prokázáno ve studii, která se zabývala extrakcí tropického ovoce. [32]

#### ***Vliv kovových iontů***

Kovové ionty snižují stabilitu kyseliny askorbové, ke zlepšení stability se přidávají chelatační činidla, například EDTA. [25]

### 2.3.5 Reakce

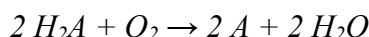
Chemická degradace primárně zahrnuje oxidaci kyseliny askorbové (AA) na kyselinu dehydroaskorbovou (DHA), která je následně hydrolyzována za vzniku biologicky neaktivní 2,3-dioxogulonové kyseliny. Zahrnuje také další oxidace, dehydratace, polymerizace a tvorbu velkého množství nutričně neaktivních produktů. Druhy a koncentrace těchto vzniklých produktů jsou ovlivněny různými faktory, jako je teplota, pH prostředí, světlo, koncentrace kyslíku a kovových katalyzátorů a aktivitu vody. [25]

#### 2.3.5.1 Askorbová kyselina

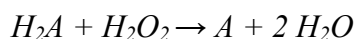
Askorbová kyselina se řadí mezi dvojsytné kyseliny ( $pK_1 = 4,25$ ;  $pK_2 = 11,8$ ), jelikož obě její enolové hydroxylové skupiny mohou disociovat. Kyselina askorbová oxiduje na kyselinu dehydroaskorbovou působením enzymů, které se řadí do kategorie antivitaminů C. Oxidace je vratná reakce a může probíhat různými mechanismy. Při jednoelektronové oxidaci vzniká jako meziprodukt radikál askorbové kyseliny. Jestliže vzniká při oxidaci přímo kyselina dehydroaskorbová, hovoříme o dvouelektronové oxidaci. [25]

- **Enzymová oxidace**

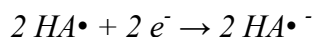
Probíhá v enzymově aktivních a mechanicky poškozených rostlinných pletivech působením askorbátoxidasy, která oxiduje askorbovou kyselinu v přítomnosti vzdušného kyslíku. Obecně lze reakci popsat následující rovnicí, kde  $H_2A$  je askorbová kyselina a  $A$  je dehydroaskorbová kyselina:



Askorbátperoxidasa využívá jako akceptor protonů peroxid vodíku:



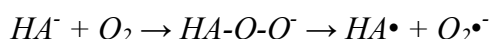
Primárním produktem oxidace kyseliny askorbové je askorbylradikál ( $HA\bullet$ ), resp. jeho anion ( $HA\bullet^-$ ) stabilizovaný rezonancí. Je relativně inertní a nereaguje s kyslíkem. Poskytuje disproportionací ekvimolární směs askorbové a dehydroaskorbové kyseliny.



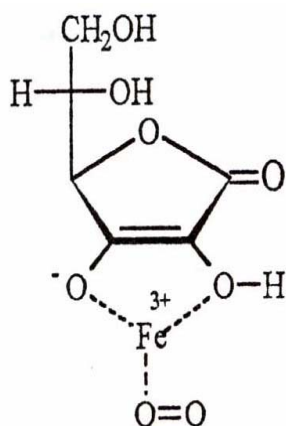
Reakce se opakuje tak dlouho, dokud není veškerá askorbová kyselina zoxidována. Reakce je vratná, dehydroaskorbová kyselina může být zpět redukována na askorbovou působením např. glutathionu, cysteinu, thiolu, hydrochinonu atd. Ztráty vitamínu enzymovou oxidací v ovoci a zelenině při zpracování lze omezit účinným blanšírováním, které inaktivuje enzymy oxidující askorbovou kyselinu. [25]

- **Autooxidace**

Nejvýznamnější reakcí askorbové kyseliny je oxidace vzdušným kyslíkem, která je příčinou největších ztrát v potravinách při jejich zpracování. Probíhá v přítomnosti i v nepřítomnosti iontů přechodných kovů. Aktivní jsou zejména ionty trojmocného železa a dvojmocné mědi. Reakce je závislá na hodnotě pH prostředí, v kyselém je pomalá, v alkalickém probíhá nejrychleji. Reakce probíhá podle rovnice, kde  $HA-O-O^-$  je hydroperoxid anionu kyseliny askorbové:



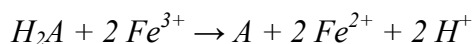
Katalytická účinnost kovů spočívá v tom, že kyselina askorbová tvoří s iontem kovu o vyšší valenci a s kyslíkem velmi stabilní ternární komplex (obrázek 7), ve kterém je přítomna jako anion  $HA^-$ . Proto reakční rychlost roste s hodnotou pH prostředí. [25]



Obrázek 7: Komplex L-askorbové kyseliny s  $Fe^{3+}$  a kyslíkem [25]

- **Redukce iontů kovů**

Askorbová kyselina reaguje s ionty kovů za vzniku komplexů, může však také tyto ionty za určitých podmínek (nízké hodnoty pH prostředí, přítomnost kyseliny askorbové v nízkých koncentracích) redukovat. Reakce probíhá následujícím způsobem:

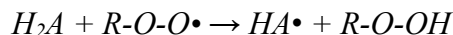


Redukční působení kyseliny askorbové urychluje oxidační reakce, které souvisí s nežádoucími změnami chuti, vůně a barvy potravin. Tyto změny jsou důsledkem následné reakce iontů  $Fe^{2+}$  (a také  $Cu^+$ ) se vzdušným kyslíkem.

Prooxidační účinky askorbové kyseliny se neprojeví v případech, kdy je její koncentrace dostatečně vysoká. V tomto případě současně dochází ke kompetitivní reakci s volnými radikály a askorbová kyselina se uplatní jako antioxidant. [25]

- **Reakce s volnými radikály**

Reakce askorbové kyseliny s volnými radikály brzdí řetězovou autooxidační reakci a účinně působí jako antioxidant. Reakce probíhá následně, kde R-O-O• je hydroperoxid mastné kyseliny:



Vzniklý askorbylradikál již není schopen vyvolat další řetězovou reakci a disproportionuje na askorbovou a dehydroaskorbovou kyselinu. Tyto reakce zpomalují oxidaci lipidů.

- **Degradace katalyzovaná kyselinami**

Kyselina askorbová v silně kyselém prostředí dekarboxyluje a stejně jako jiné cukry dehydratuje. Kvantitativně vzniká oxid uhličitý a furan-2-karbaldehyd. Kysele katalyzovaná degradace kyseliny askorbové se považuje za hlavní příčinu ztrát vitamínu C v konzervářských výrobcích v nepřítomnosti vzdušného kyslíku. Dochází k ní v kyselých potravinách jako jsou ovocné kompoty a džusy.

- **Reakce s dalšími složkami potravin**

Technologicky významné jsou reakce s chinony, které vznikají reakcemi enzymového hnědnutí. Dále reakce s dusitany a hemovými barvivy v mase a masných výrobcích. [25]

### 2.3.5.2 Dehydroaskorbová kyselina

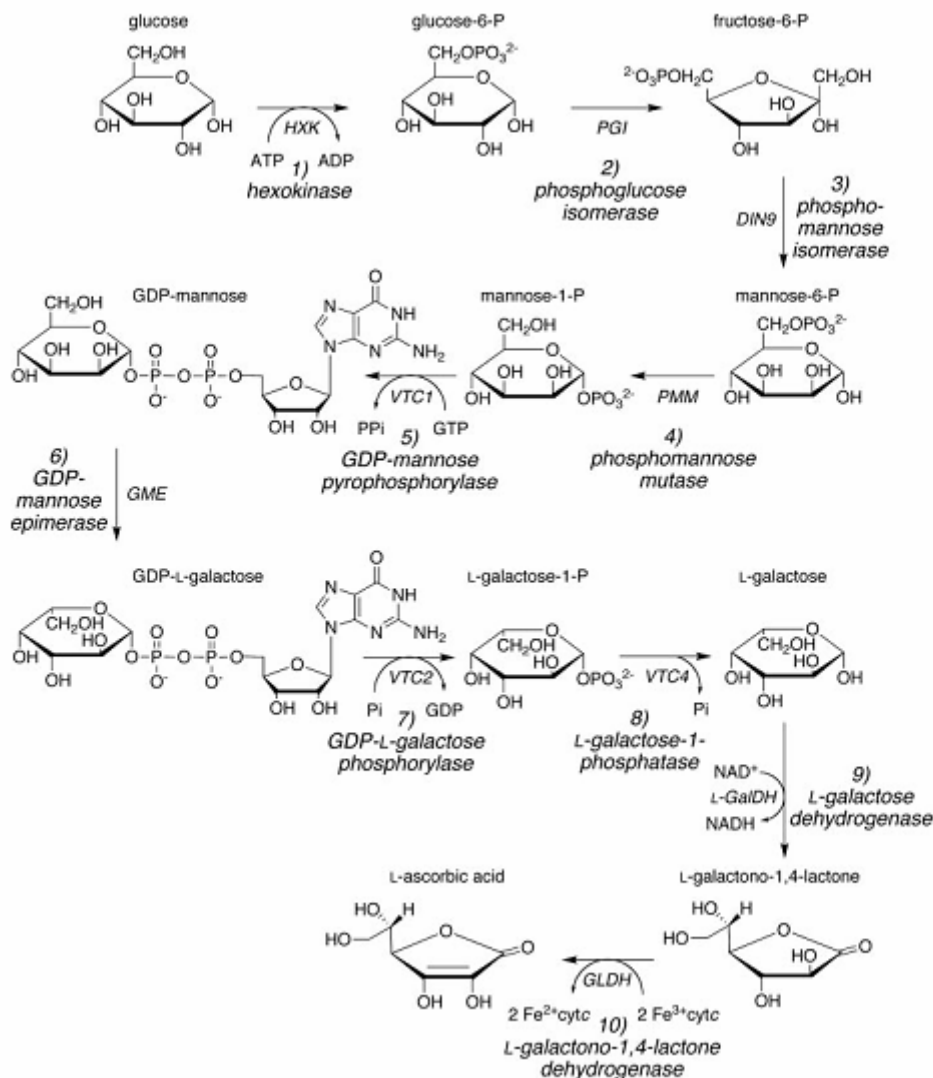
Dehydroaskorbová kyselina velmi snadno hydrolyzuje. Reakce jsou nevratné a důsledkem je ztráta vitamínu C. Ve vodných roztocích je přítomna jako hydratovaný bicyklický monomer. Dehydroaskorbová kyselina je nejstálější v roztocích o pH 2,5-5,5, v neutrálním a alkalickém prostředí se velmi rychle hydrolyzuje. K reakcím neenzymového hnědnutí dochází zejména u potravin s nízkou aktivitou vody a relativně vysokým obsahem vitamínu C.

Dioxogulonová kyselina, která je produktem hydrolýzy dehydroaskorbové kyseliny je nestálá sloučenina. Jejím rozkladem vzniká mnoho produktů v závislosti na pH prostředí a přítomnosti vzdušného kyslíku. V kyselém prostředí vznikají deriváty furanu a v alkalickém prostředí organické kyseliny a dále tzv. reduktory. V širokém rozmezí hodnot pH probíhá dekarboxylace.

Dehydroaskorbová kyselina reaguje s aminy, aminokyselinami a bílkovinami za vzniku iminů (Schiffových bází) a účastní se tak reakcí neenzymového hnědnutí. Schiffovy báze redukcí poskytují příslušné aminy nebo isomerací a eliminací aldehydů a oxidu uhličitého skorbamovou kyselinu. Tato reakce se nazývá Streckerovou degradací aminokyselin. Vzniklý 2-aminoderivát poskytuje tzv. červený pigment, který s další molekulou skorbamové kyseliny tvoří tzv. žlutý pigment, z kterého následnými reakcemi vznikají hnědé polymerní pigmenty melanoidiny. [25,27]

### Biosyntéza vitaminu C v rostlinách

Rostliny syntetizují vitamin C dle Smirnov-Wheeler dráhy. Biosyntéza probíhá v 10 krocích přeměnou D-glukosy na L-askorbovou kyselinu.



Obrázek 8: Biosyntéza vitaminu C v rostlinách dle Smirnov-Wheeler dráhy [28]

- (1) hexokinasa, (2) fosfoglukosoisomerasa, (3) fosfomansoisomerasa,  
 (4) fosfomansomutasa, (5) GDP-manosopyrofosforylaza, (6) GPD-mansoepimerasa,  
 (7) GDP-L-galaktofosforylaza, (8) L-galakto-1-fosfatasa, (9) L-galaktosodehydrogenasa,  
 (10) L-galakto-1,4-laktonodehydrogenasa

## 2.4 Vysokoúčinná kapalinová chromatografie (HPLC)

Kapalinová chromatografie patří do skupiny separačních metod, jejíž podstatou je rovnovážná distribuce separovaných látek mezi mobilní a stacionární fází. Existuje dvojí uspořádání fází, plošná (např. papírová nebo tenkovrstevná chromatografie) nebo v koloně, která je základem HPLC. Při analýze se dávkuje malé množství vzorku (řádově mikrolity). K detekci se používají citlivé detektory umožňující kontinuální monitorování látek na výstupu z kolony. Signál detektoru je následně zpracován počítačem.

Výhodou HPLC je široká oblast použitelnosti. Analyzují se ionty, látky polární i nepolární, málo těkavé, tepelně nestabilní i vysokomolekulární. Další výhodou je možnost ovlivnění mobilní fáze, která není inertní a významně se podílí na separaci. Separace je závislá na vlastnostech analyzovaných látek a na interakcích s mobilními a stacionárními fázemi. Dále na typu a vlastnostech stacionární fáze, na složení mobilní fáze a termodynamické rovnováze.

Existují dva typy adsorpční chromatografie, kdy jako stacionární fázi používáme polární nebo nepolární adsorbenty. Klasická adsorpční chromatografie s normálními fázemi (normal-phase chromatography, NP) využívá polární stacionární a nepolární mobilní fázi. Chromatografie s obrácenými fázemi (reversed-phase chromatography, RP) má stacionární fázi nepolární a mobilní fázi polární. Nepolárnosti adsorbentu se dosahuje eliminací volných OH skupin, na které se navážou  $C_{18}$  alifatické řetězce (oktadecyly) nebo se takto navázanými řetězci překryjí. Při adsorpci z roztoku je povrch adsorbentu pokryt monovrstvou molekul mobilní fáze a molekuly analytu s nimi soutěží o aktivní místa na povrchu adsorbentu. Proto lze adsorpční rovnováhu ovlivnit složením mobilní fáze. Na polárním adsorbentu se silněji adsorbují polární látky, neboť je jejich adsorpce podporována nepolární mobilní fází. Obráceně je tomu na nepolárním adsorbentu. [34,35]

### *Stacionární fáze*

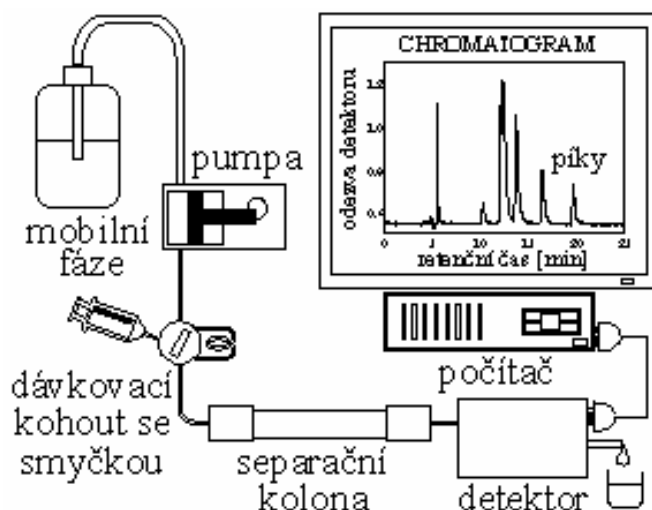
Rozhodující vliv na separaci látek má velikost a uspořádání částic v náplňových kolonách. Separace je účinnější pokud mají částice pravidelný (kulovitý) tvar, jednotnou velikost a kolona je jimi naplněna homogenně. Pro účinnější separaci se používají tzv. monolitické stacionární fáze, které nabízejí kompaktnější zaplnění prostoru. Stacionární fáze se vytvoří nanesením vrstvy chemicky vázaného silikonového polymeru na daný nosič. Monolitické kolny na bázi silikagelu se vyznačují velkou mechanickou stabilitou a odolností vůči změnám pH. [34,38]

### *Mobilní fáze*

Mobilní fáze se významně podílí na separačním procesu a možnosti změny složení mobilní fáze jsou neomezené. Složení mobilní fáze může být ovlivněno volbou rozpouštědel, iontovými silami a pH. Mobilní fáze je charakterizována především svou polaritou a selektivitou. Vlastnosti mobilní fáze jsou důležité z hlediska separace a detekce, neboť mobilní fáze by měla dávat v detektoru minimální signál a tím umožnit co nejcitlivější detekci analytů. [34]

### 2.4.1 Instrumentace v HPLC

HPLC zařízení se nazývá kapalinový chromatograf. Základní technické vybavení obsahuje čerpadlo, dávkovací zařízení, kolony, detektor a vyhodnocovací zařízení.



Obrázek 9: Schéma kapalinového chromatografu [36]

#### Čerpadlo

Odplyněná mobilní fáze je čerpána ze zásobní láhve přes dávkovací zařízení do kolony. K odplynění se používá podtlak, ultrazvuk nebo probublávání heliem. Používají se vysokotlaká čerpadla, neboť kolony s velikostí částic okolo  $10\ \mu\text{m}$  kladou velký odpor a k dosažení optimálního průtoku jsou nutné vysoké vstupní tlaky, řádově až desítky MPa. Průtok musí být konstantní, bezpulzní, reprodukovatelný a jeho hodnoty by se měly pohybovat v rozmezí  $0,1$  až  $10\ \text{ml}\cdot\text{min}^{-1}$ . Nejčastěji se používají čerpadla pístová, kdy při každém pohybu pístu vpřed dochází k vytlačení malého množství objemu mobilní fáze do chromatografického systému a při pohybu zpět se komora naplní. Množství přiváděné mobilní fáze je řízeno výškou zdvihu pístu nebo změnou počtu zdvihů za časovou jednotku. Výhodou těchto čerpadel je snadná změna a nepřetržitý přívod mobilní fáze. Pulzy můžeme zmírnit použitím depulzátorů, zdvojených čerpadel a programovaným pohybem pístů. [34,37,39]

Čerpadla bývají zhotoveny z nerezové oceli, keramiky a plastu. Použitý materiál nesmí být narušován mobilní fází a nesmí do ní uvolňovat žádné látky. [38]

#### Směšovací zařízení

Složení mobilní fáze může být stále, neměnné (izokratická eluce) nebo se během separace mění (gradientová eluce). Směšovací zařízení dokonale promíchá načerpané kapalin tak, aby výsledná mobilní fáze měla konstantní složení. Řídí také změny ve složení výsledné mobilní fáze v průběhu separace. [34,37]



### **Dávkovací zařízení**

Z čerpadla protéká mobilní fáze do dávkovacího zařízení. Konstrukce dávkovacího zařízení může významně ovlivnit účinnost separace, neboť při nedokonalém dávkování dochází k významnému rozšiřování elučních zón vlivem mimokolonového příspěvku dávkovacího zařízení. K dávkování se nejčastěji používá šesticestný kohout s dávkovací smyčkou. Jedná se o kapiláru o známém průměru, délce a objemu udávaném v  $\mu\text{l}$ . Při dávkování se nejprve naplní smyčka analyzovaným vzorkem a poté se kohout přepne do druhé polohy, kdy mobilní fáze protéká smyčkou a unáší vzorek do kolony. Smyčky se vyrábí v různých rozměrech od 0,2  $\mu\text{l}$  až 20  $\mu\text{l}$  i více. Nástřik může být proveden také pomocí mikrostříkačky manuálně nebo autosamplerem, což je počítačem kontrolované dávkovací zařízení. Autosampler často obsahuje i termostat, kterým lze vzorky chladit nebo ohřívat v rozmezí teplot 4–40 °C. [34,37]

### **Kolona**

Plášť kolony se nejčastěji vyrábí z nerez oceli. Jeho nevýhodou je však nízká chemická odolnost. Dalším materiálem je tvrzené sklo, které je křehké. Při použití vysokých tlaků nutných k čerpání mobilní fáze je nutné chránit pracovníky před nebezpečím prasknutí kolony tak, že se kolona vloží do kovového nebo plastového obalu. Vnitřní průměr kolony se nejčastěji pohybuje v rozmezí 2 až 6 mm. U vysokoúčinných kolon je důležité, aby jejich vnitřní průměr byl stejný po celé délce a jejich vnitřní povrch byl zcela hladký.

Používané sorbenty mají různě modifikovaný povrch a jsou uloženy na fritě, která může být z nerez oceli, porézního teflonu nebo ze sintrovaného skla. Nejčastěji se používají sorbenty s průměrem částic 3 až 10  $\mu\text{m}$ .

Předkolonou je malé množství speciální náplně, umístěné na počátku kolony. Slouží k zachycení látek, které by mohly rušit kolonu. Někdy má předkolona tvar krátké samostatné kolony umístěné před hlavní kolonou. [34,37,39]

### **Detektor**

Do detektoru přitéká mobilní fáze s určitou frakcí analyzované směsi tzv. eluentem. Signál detektoru by měl být stabilní, reprodukovatelný a lineárně závislý na koncentraci látky v co nejširším rozsahu. Citlivost nebo-li směrnice závislosti odezvy na koncentraci by měla být co největší. V kapalinové chromatografii se používá několik typů detektorů:

**Fotometrické detektory** pracují v ultrafialové a viditelné oblasti a patří k nejpoužívanějším v HPLC. Jsou poměrně jednoduché, provozně spolehlivé a je možné s nimi detekovat velký počet látek. Základním požadavkem je nízká absorbance mobilní fáze při použité vlnové délce detekce. Analyt, který se stanovuje musí absorbovat záření. Vlnová délka u těchto detektorů je často volitelná v rozsahu od 190 do 600 nm. [34,37]

**Fluorimetrické detektory** jsou velmi selektivní pro látky, které mají přirozenou fluorescenci nebo je lze na fluoreskující deriváty převést. Jsou zhruba o tři řády citlivější než UV spektrofotometrické detektory (detekční limit v  $\text{pg}\cdot\text{ml}^{-1}$ ). Analyt je zde ozařován zářením o určité vlnové délce tzv. excitačním zářením a produkuje záření o větší vlnové délce tzv. emitované záření. Zdrojem excitačního záření je např. rtuťová výbojka, wolframová, deuteriová či xenonová lampa nebo laser. Tyto detektory se uplatňují především při stopové analýze biochemicky významných látek [34]

**Refraktometrické detektory** jsou velmi univerzální a měří rozdíl indexů lomu analytu v mobilní fázi proti mobilní fázi. Refraktometrické detektory jsou málo citlivé, neboť rozdíly indexů lomu jsou malé. Nevýhodou je značná závislost indexu lomu na teplotě a není zde možnost použít gradientovou eluci. [34]

**Elektrochemické detektory** jsou selektivní a využívají se především pro analýzu aromatických aminů a fenolů v biologických vzorcích. Principem je měření elektrické vodivosti eluátu v průtokové cele mezi dvěma elektrodami, na které je vkládáno střídavé napětí, aby se zabránilo jejich polarizaci. Jsou vhodné především pro detekci iontových látek, které zprostředkují vedení elektrického proudu v roztocích. [34,37]

### **Záznamové zařízení**

Záznamové zařízení převádí signál z detektoru na změnu napětí (mV), kterou zapisovač vynese do grafu oproti retenčnímu času. Integrátor spočítá plochu pod křivkou grafu, která odpovídá množství látky v objemu vzorku daném dávkovací smyčkou. Získané hodnoty se dále převádějí a zpracovávají na koncentrační jednotky. Toto zařízení bývá většinou propojeno s počítačem umožňujícím zpracování a úpravu naměřených dat [37].

## **2.5 Možnosti stanovení vitamínu C technikami HPLC**

Askorbová a dehydroaskorbová kyselina patří do skupiny malých polárních molekul, které se obtížně zadržují v běžném chromatografickém systému s reverzní fází a je těžké je oddělit od mrtvého objemu. Použité mobilní fáze jsou většinou komplexní, tvořené více než dvěma složkami obsahující různé modifikátory nebo činidla. Mezi hlavní problémy při stanovení kyseliny askorbové a dehydroaskorbové patří citlivost a selektivita metody, výběr interních standardů, výběr vhodného detektoru, stabilita kyselin v roztoku, retence kyseliny askorbové a dehydroaskorbové. [40]

**HPLC-RP** používá mobilní fázi obsahující velké množství vody společně s anorganickou nebo organickou kyselinou nebo anorganickým pufrům v kombinaci s nízkým pH. Používání nízkého pH prostředí však často urychluje degradaci kolon na bázi silikagelu.

**Iontovyměnná chromatografie** využívá toho, že kyselina askorbová je slabá organická kyselina a díky tomu je dobře zadržena silným aniontovým měničem. Existují i metody, které využívají amino-modifikovanou stacionární fázi. Jako mobilní fáze se používá anorganický pufr nebo kyselina o nízkém pH.

V **iontopárové chromatografii** se používají komplexní mobilní fáze obsahující anorganické látky, které se ve formě solí mohou usazovat do některých částí systému. Metoda nemá příliš dobrou selektivitu a opakovatelnost, a proto není pro stanovení vitamínu C vhodná.

**Chromatografie s iontovou výlukou (ion-exclusion)** používá mobilní fázi, která je tvořena anorganickou kyselinou (sírová, fosforečná). Stacionární fáze je na bázi sulfonových sférických PS/DVB (polystyren-divinylbenzen) pryskyřic v různé iontové formě. Retence na těchto kolonách je kontrolována elektrostatickými odpuzivými silami, hydrofobními interakcemi a efektem iontové výluky. Funkční sulfoskupina ( $\text{SO}_3^-$ ) na stacionární fázi odpuzuje ionty se stejným nábojem elektrostatickou silou a tím jim zamezuje vnikat do porézního systému. Roztoky, které jsou silně ionizovány bývají vylučovány ze systému pórů. Neutrální roztoky nejsou ovlivňovány elektrostatickými silami, vstupují do pórů a jsou rozštěpeny v důsledku hydrofobních interakcí. Slabě ionizované roztoky (organické kyseliny

s AA a DHAA) jsou eluovány někde mezi, díky působení elektrostatických sil a parciální penetrace do pórů, kde se objevují hydrofobní interakce. Stacionární fáze je odolná k velmi kyselým roztokům. Retence je ovlivněna velikostí molekul vylučovaných ze systému pórů. Technika je vhodná pro stanovení vitamínu C. [40]

**HILIC** (kapalinová chromatografie založena na hydrofilních interakcích) je alternativou k tradiční HPLC-RP. Je vhodná k analýze malých polárních molekul slabě zadržovaných nebo vymývaných s mrtvým objemem v tradičních HPLC-RP systémech. Retence analytu je způsobena rozdělením analytu mezi vodou obohacenou o vrstvu nehybného eluentu na hydrofilní stacionární fázi. Relativně hydrofobním eluentem s hlavními komponenty bývá zpravidla 5-40% vody v acetonitrilu. Eluce je zajištěna zvýšením polaritativy mobilní fáze. [40]

### **2.5.1 UV detekce**

UV detekce je pro stanovení vitamínu C nejvíce používaná. Avšak simultánní detekce kyseliny askorbové a dehydroaskorbové je komplikovaná kvůli jejich odlišným vlastnostem. Kyselina askorbová absorbuje UV záření nejsilněji při 254 nm, dále v rozmezí 245-265 nm, kdežto kyselina dehydroaskorbová absorbuje při 185 nm. Při 220 nm je již její absorpce slabá. Pro stanovení obou kyselin je tedy potřebná redukce kyseliny dehydroaskorbové na askorbovou. Prvně se stanoví samotná kyselina askorbová, poté je provedena redukce kyseliny dehydroaskorbové a následně je stanoveno celkové množství vitamínu C. Odečtením obsahu kyseliny askorbové od celkového množství vitamínu C získáme obsah kyseliny dehydroaskorbové. Konverze kyseliny dehydroaskorbové na askorbovou se nejčastěji provádí pomocí TCPE (tris(2-karboxyethyl)phosphine), dithiothreitolu (DTT) nebo L-cysteinu. [40]

### **2.5.2 Fluorescenční detekce**

Askorbová a dehydroaskorbová kyselina nemají přirozené fluorescenční vlastnosti. Fluorescenční detekce umožňuje stanovit kyselinu askorbovou po její oxidaci na kyselinu dehydroaskorbovou a následné derivatizaci, která je však komplikovaná. Derivatizace dehydroaskorbové kyseliny může být provedena použitím o-fenyldiaminu za vzniku fluorescenčního chinoxalinového derivátu(3-(1,2-dihydroxyethyl)furo[3,4-b]chinoxalin-1-on. Derivatizace DHA může být buď před- nebo post-kolonová.

Simultánní stanovení kyseliny askorbové a dehydroaskorbové může být provedeno duálním systémem, kde kyselina askorbová je detekována UV detekcí a dehydroaskorbová fluorescenčně. Pokud není možné použít duální systém, je nutná oxidace askorbové kyseliny na dehydroaskorbovou použitím peroxylových radikálů, které jsou generované termální dekompozicí azosloučeniny 2,2'-azobis(2-amidinopropan)dihydrochloridem. DHA pak společně s o-fenyldiaminem vytváří fluorescenční chinoxalinový derivát. [40,34]

### **2.5.3 Elektrochemická detekce**

Askorbová kyselina je snadno detekovatelná elektrochemicky, kdežto kyselina dehydroaskorbová je elektrochemicky inaktivní. HPLC metoda s použitím této detekce je vysoce citlivá, specifická a redukuje interferující sloučeniny. Těchto účinků je dosaženo použitím optimálního napětí na obou elektrodách. Elektrochemická detekce je vysoce spolehlivá, avšak její nevýhodou je dlouho trvající ekvilibrace kolony (17-48 hodin) a přesné požadavky iontovou silou a pH roztoků proudící elektrochemickým detektorem. [40]

## 2.6 Nutriční parametry

### 2.6.1 Sušina

Voda je obsažena prakticky ve všech potravinách a vyskytuje se v různém množství a formách. Stanovení množství vody v potravinách je významným ukazatelem jakosti a trvanlivost výrobku. Pro stanovení vody v potravinách se uplatňují metody přímé a nepřímé. U materiálů, které obsahují vyšší množství vody se používají destilační metody, kde je zaručena dostatečná přesnost. Běžně převládají metody nepřímé, kdy se voda a mnohé těkavé látky odstraňují sušením.

*Sušina* je souhrn všech organických a anorganických složek obsažených v potravine, kromě vody. *Celková sušina* je souhrn rozpustné i nerozpustné sušiny a stanoví se nejčastěji sušením do konstantní hmotnosti. *Rozpustná sušina* je souhrn organických a anorganických látek rozpustných ve vodě (cukry, kyseliny, třísloviny, barviva, některé vitaminy, dusíkaté a minerální látky). Stanoví se z rozdílu celkové a nerozpustné sušiny, nebo přímo refraktometricky, hustoměry nebo pyknometricky. *Nerozpustná sušina* zahrnuje organické a anorganické látky nerozpustné ve vodě (pektiny, celulosu, hemicelulosu, bílkoviny, tuky). Stanoví se gravimetricky po vymytí rozpustného podílu vodou a vysušení do konstantní hmotnosti nebo z rozdílu celkové a rozpustné sušiny. Refraktometrická sušina zahrnuje podíl rozpustné sušiny. [41]

### 2.6.2 Polyfenoly

Polyfenoly jsou velmi rozšířené v potravinách rostlinného původu. Tyto látky jsou známe především pro své biologické účinky. Vykazují zejména antioxidační a antimikrobní vlastnosti. Nejběžnější polyfenoly jsou fenolové kyseliny, flavonoidy a ligniny. Polyfenoly přispívají k organoleptickým vlastnostem potravin a nápojů. Dále pomáhají tlumit kardiovaskulární a nádorová onemocnění a chrání lipoproteiny o nízké hustotě před oxidační modifikací. [25,42]

Polyfenoly plní v jablkách funkci antioxidantů. V jablečné dužině se vyskytují hlavně hydroxyskořicová kyselina, katechiny, flavonoly a dihydrochalkony. Ve slupce se vyskytují hlavně anthokyany a flavonoly. [4]

Při zpracování jablek podléhají polyfenoly enzymatické oxidaci. Tato oxidace nastává např. při drcení a lisování, kdy je enzym polyfenoloxidas vystavena vzdušnému kyslíku. [42]

### 2.6.3 Titrovatelné kyseliny

Titrovatelnými kyselinami se rozumí souhrn volných kyselin těkavých i netěkavých a kyselých solí. Metoda spočívá v neutralizaci těchto látek hydroxidem sodným. [41]

V jablkách se vyskytují kyseliny jablečná, chinová, chlorogenová a citrónová. [4,5]

Kdoule obsahují kyselinu jablečnou, chinovou, citrónovou, fumarovou, šťavelovou a šikimovou. [19]

#### 2.6.4 Flavonoidy

Flavonoidy jsou chemické sloučeniny, které patří do skupiny rostlinných fenolů. Ve své molekule obsahují 2 benzenové kruhy spojené tříuhlíkovým řetězcem v uspořádání C<sub>3</sub>-C<sub>3</sub>-C<sub>6</sub>.

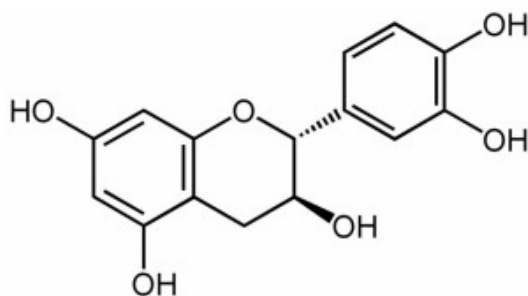
Jedná se o nízkomolekulární látky, které patří do skupiny přírodních pyranových barviv. [43,44]

Běžně se flavonoidy vyskytují ve formě O-glykosidů obsahující necukernou složku tzv. aglykon a cukernou složku vázanou nejčastěji v poloze C<sub>3</sub>. Mezi flavonoidy řadíme anthokyanidiny, leukoanthokyanidiny, flavonony, flavonoly, flavony, flavonoly a katechiny, z nichž jsou v přírodě nejvíce rozšířeny flavonoly. [45]

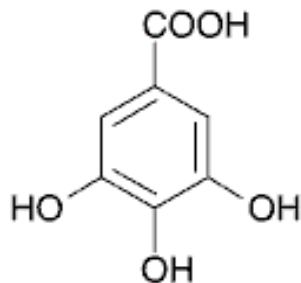
Nejdůležitější vlastností flavonoidů je jejich antioxidační aktivita, která ovlivňuje oxidaci volných radikálů, zabraňuje peroxidaci lipidů, váže a inaktivuje některé ionty kovů (Cu a Fe). Důležité pro antioxidační aktivitu flavonoidy je počet hydroxylových skupin v molekule a jejich poloha. [43]

Flavonoidy vykazují značné biochemické a farmakologické účinky. Jsou známé především díky svým protizánětlivým, antialergením, antivirovým a antikarcinogením účinkům. [46]

Studie ukázaly, že jablka obsahují především rutin a kvercetin. Jejich koncentrace je závislá na zralosti a podmínkách pěstování ovoce. [4]



*Katechin*



*Kyselina gallová*

## 2.7 Senzorická analýza

Senzorická analýza patří mezi analytické metody, při nichž se organoleptické vlastnosti stanoví výhradně lidskými smysly. Senzorická analýza má probíhat za podmínek, které zajišťují objektivní, přesné a reprodukovatelné hodnocení. Předpokladem pro získání objektivních výsledků je výběr vhodných hodnotitelů, použití standardizovaných metod, zajištění vhodných podmínek při hodnocení a statistické zpracování výsledků.

Vlastnosti potravin lze hodnotit fyzikální nebo chemickou analýzou. Těmito metodami se stanoví jen vlastnosti potravin, které odpovídají podnětům při senzorické analýze. Senzorickou analýzou se však stanoví nikoli podněty, ale vjemy, u nichž se také uplatňuje zpracování v centrální nervové soustavě. [47]

### 2.7.1 Metody používané pro senzorické hodnocení potravin

Výběr použité metody závisí na charakteru úkolu, na počtu a na kvalitě hodnotitelů. Dále na množství vzorků a na čase, který je možné analýze věnovat, a také na statistické chybě, kterou je možné tolerovat. Přehled nejběžnějších metod používaných v senzorické analýze je ukázán v tabulce 2.

Rozdílové zkoušky jsou účinnější než stanovení absolutních hodnot. Pro analýzu však vyžadují větší počet vzorků a delší dobu. Výběr konkrétní rozdílové metody závisí na kvalitě hodnotitelů. Méně zkušeným hodnotitelům se předloží párový, trojúhelníkový nebo duo-trio test, více zkušeným test dva z pěti nebo čtyři z deseti.

Stupnicové metody nejsou složité, ale vyžadují velkou praxi a dobré zaškolení, aby se získaly reprodukovatelné výsledky. Grafické metody jsou snadnější než kategorové nebo ordinální stupnice.

Největší nároky na kvalitu hodnotitelů vyžaduje stanovení charakteru vjemu zejména při postupu volným popisem. [47]

Tabulka 2: Přehled nejběžnějších metod laboratorní senzorické analýzy [47]

Úkol	Vhodné metody
Stanovení existence rozdílů mezi vzorky	rozdílové zkoušky: párová, duo-trio, trojúhelníková, tetrádová, dva z pěti, čtyři z deseti jdnostimulová, dvoustimulová metoda
Stanovení velikosti rozdílu	rozdílové zkoušky stupnicové metody
Stanovení preferencí	rozdílové zkoušky stupnicové metody
Srovnání několika vzorků	pořadové zkoušky (preferenční nebo intenzitní)
Stanovení absolutní přijatelnosti a intenzity	stupnicové metody, zřed'ovací metody, srovnání se stupnicí
Stanovení charakteru vjemu	metody senzorického profilu metody volného popisu srovnání se sadou standardů

### 2.7.2 Senzorická analýza jablek

Mezi základní znaky kvality jablek patří správné vybarvení slupky. Lze se setkat s různými barvami od zelené přes žlutou, oranžovou, červenou až rubínovou včetně jejich kombinací. Barvu plodu vnímáme současně s jednotlivými charakteristikami zkoumaných odrůd. Slupka plodu nesmí být nijak poškozena a napadena. K dalším znakům kvality řadíme lesk a vypnutí slupky, kdy známkou špatného skladování je svařetost. Takto poškozené plody mají nižší hladinu vitaminu. Lesk je potřeba stejně jako barvu vnímat současně s charakteristikami jednotlivých odrůd. Některé odrůdy mají lesk sklovitý, jiné kovový, hedvábný až matný. Barva semínek ukazuje na stupeň zralosti plodu. U zralých plodů je většinou barva semínek tmavě hnědá.

Chuť jablek je ovlivněna stupněm zralosti. Zralá jablka jsou sladší a méně kyselá. Tento jev se vysvětluje odbouráváním škrobu na jednoduché cukry v průběhu zrání. Chuť jablka ovlivňují zejména hnilobné procesy, sklovitost dužiny a korkovitost jablek. [47]



Obrázek 10: Jablka použitá pro senzorickou analýzu



Obrázek 11: Jablka použitá pro senzorickou analýzu

### 3 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

#### 3.1 Pomůcky

- běžné laboratorní sklo
- tlouček s třecí miskou
- struhadlo z umělé hmoty
- vývěva
- gáza
- injekční stříkačky, 2 ml (Chirana Injecta, SR)
- mikrostříkačka, 25  $\mu$ l (Hamilton, USA)
- celulózové mikrofiltry 0,45  $\mu$ m (Chromservis, ČR)
- filtrační papír č. 0, 4, 5 (Papírny Pernštejn, ČR)
- mikropipeta (Biohit, Finsko)

#### 3.2 Přístroje

- ultrazvuková lázeň (Kraintek, SR)
- chladnička s mrazničkou (Gorenje, Slovinsko)
- kuchyňský mixér (Bosch, Německo)
- přístroj na přípravu demineralizované vody (Watrex, ČR)
- sušárna (Memmert, Ine 400)
- spektrofotometr (Spectronic Unicam, model Hexios  $\gamma$ )
- centrifuga
- analytické váhy (Boeco, Germany)
- HPLC přístroj (Waters, USA)
  - » pumpa: Waters 1515 Isocratic HPLC Pump
  - » UV detektor: Waters 2487 Dual Absorbance Detektor
- Počítač DELL, HPLC systém obsluhován pomocí softwaru Breeze

#### 3.3 Chemikálie

- redestilovaná voda
- kyselina L-askorbová (Riedel-de Haen, Německo)
- kyselina monohydrogenfosforečná (Fluka, Německo)
- dihydrogenfosforečnan draselný (Lachema a. s., ČR)
- methanol, HPLC-grade (Sharlau chemie a. s., Španělsko)
- kyselina šťavelová, dihydrát (Lach-Ner, ČR)
- hydroxid sodný, p.a. (Penta, ČR)
- Folin-Ciocaltauvo čínidlo (Penta, ČR)
- uhličitan sodný, p.a. (Lachema, ČR)
- dusitan sodný p.a. (Lachema, ČR)
- chlorid hlinitý, hexahydrát (Lach-Ner, ČR)
- fenolftalein (5% roztok v ethanolu)
- (+)-katechin,  $\geq 98$  % (Sigma, Německo)
- gallová kyselina, 97,5–102,5 % (Sigma, Německo)



### 3.4 Materiál

V práci bylo studováno 27 odrůd jablek a 16 odrůd kdoulí. Pracovalo se s odrůdami z pěstitelské stanice Zahradnické fakulty Mendlův univerzity, která se nachází v Žabčicích. Všechny odrůdy jsou uvedeny v tabulce 3.

Před stanovením nutričních faktorů bylo nutné vzorky jablek a kdoulí upravit dle požadavků jednotlivých stanovení.

Celá jablka a kdoule byly nejprve použity na senzorické hodnocení. Ve zbylých částech plodů byl stanoven vitamin C a jednotlivé nutriční faktory.

Refraktometrická sušina, titrovatelné kyseliny, celkové flavonoidy a celkové polyfenoly byly stanoveny v čerstvé šťávě, která byla získána po úpravě z jednotlivých plodů.

Pro stanovení vitaminu C byl použit malý podíl plodu, který byl po zvážení nakrájen na malé části a dále zpracován.

*Tabulka 3: Studované odrůdy jablek a kdoulí*

vzorek	název odrůdy
1	Balerína
2	Bolero
3	Elegance
4	Goldcats 1
5	Goldcats 9
6	Golden Delicious
7	Greencats
8	Herald
9	HL-4
10	HL-18
11	HL-91 1
12	HL-91 2
13	HL-173
14	HL-393
15	HL-597
16	HL-B 693
17	HL-1651
18	Charlotte
19	Jaderničky
20	Kordona
21	Mc. I. Wijcik
22	Polka
23	Redcats
24	Rondo
25	Sonet
26	Suncats
27	Waltz

vzorek	název odrůdy
1	Bereckého
2	Blanar
3	BO-3
4	Brna
5	Buchlovice
6	Ironda
7	Izobilnaja
8	Jurák
9	Leskovačka
10	Mír
11	Morava
12	Pinter
13	Pražská
14	Triumph
15	Ukrajina
16	Úspěch

### 3.5 Stanovení nutričních faktorů

#### 3.5.1 Úprava matric pro stanovení nutričních faktorů

Pro stanovení nutričních faktorů bylo potřeba získat čistou šťávu z jednotlivých plodů. Část plodu byla nastrouhána na jemném kuchyňském umělohmotném struhadle. Takto nastrouhaná dužina byla protlačena přes gázu a získaná šťáva sebrána do kádinky. Šťáva byla dále centrifugována a přefiltrována na Büchnerově nálevce. Před úpravou jednotlivých vzorků byl vždy celý použitý podíl plodů zvážena a poté byla zvážena vždy i získaná šťáva. Tyto hodnoty byly potřebné pro výpočet hustoty šťávy pro jednotlivé odrůdy.

#### 3.5.2 Stanovení sušiny

##### *Princip*

Obsah vody se stanovil z rozdílu hmotnosti vzorku před vysušením a po vysušení při 70 °C do konstantní hmotnosti. [41]

##### *Postup*

Hliníková miska se s odkrytým víčkem byla vysušena při 70 °C v sušárně, vložena do exsikátoru a po vychladnutí byla i s víčkem zvážena. Následně bylo naváženo 3-5 g vzorku s přesností na čtyři desetinná místa, miska se vložila do sušárny vyhřáté na 70 °C a sušila 2-3 hodiny. Poté byla miska uzavřena víčkem a po patnáctiminutovém chladnutí v exsikátoru opět zvážena. Tento postup se opakoval, dokud rozdíl mezi posledními dvěma váženými nebyl menší než 2 mg.

U každého vzorku jablek i kdoulí bylo provedeno měření třikrát. Plody byly zamražené, proto se před analýzou nechaly rozmrazit. [41]

##### *Výpočet*

Výpočet hmotnostního procenta sušiny podle vzorce:

$$w = \frac{m_2}{m_1} \cdot 100,$$

kde  $m_1$  je hmotnost vzorku před sušením (g),  $m_2$  je hmotnost vzorku po sušení (g). Výsledek byl vyjádřen v hmotnostních procentech a dále byl přepočten a vyjádřen v % sušiny.

#### 3.5.3 Stanovení refraktometrické sušiny

##### *Princip*

Refraktometricky zjištěný index lomu roztoku je ovlivněn množstvím rozpuštěných látek, které jsou odečteny z příslušné tabulky a přepočítány na procenta sacharózy. [41]

##### *Postup*

Před měřením se nejprve skontrovala nulová poloha refraktometru. Plochy hranolu se důkladně vyčistily destilovanou vodou a vytřely do sucha. Na spodní hranol se nanasla tyčinkou destilovaná voda, rozetřela se, přiklopil se horní hranol a zabezpečil klíčem. Poté se nastavil sklon hranolu tak, aby rozhraní světla a stínu bylo v průsečíku kříže. Dále se nastavila stupnice přesně na nulu, hranoly se znovu odklopily, vysušily, na spodní hranol se nanaslo malé množství vzorku a rozetřelo se po celé ploše hranolu. Po ustálení teploty (1 min) byl

odečten index lomu s přesností na čtyři desetinná místa. Každý vzorek byl změřen jednou. [41]

### **Výpočet**

K naměřené hodnotě indexu bylo na druhé stupnici odečteno odpovídající množství sušiny, které je uvedeno v hmotnostních procentech.

### **3.5.4 Stanovení titrovatelných kyselin**

#### **Princip**

Titrační kyselost vyjadřuje obsah minerálních a organických kyselin. Stanoví se potenciometrickou titrací standardním roztokem hydroxidu sodného do hodnoty pH 8,1. [41]



#### **Postup**

*Standardizace odměrného roztoku hydroxidu sodného:* Nejprve byla vypočtena hmotnost dihydrátu kyseliny šťavelové potřebná pro přípravu 100 ml roztoku o koncentraci  $0,005 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$ . Vypočtené množství se odvážílo s přesností na čtyři desetinná místa a kvantitativně převedlo do odměrné baňky na 100 ml a doplnilo destilovanou vodou po značku. Z tohoto roztoku se pipetovalo do odměrné baňky 10 ml, přidaly se tři kapky roztoku fenolftaleinu a titrovalo se odměrným roztokem hydroxidu sodného do prvního trvale růžového zbarvení. Titrace byla provedena třikrát a z průměrné spotřeby byla vypočtena přesná koncentrace odměrného roztoku hydroxidu sodného podle vzorce:

$$c_{NaOH} = \frac{2 \cdot m_{H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O} \cdot V_1}{Mr_{H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O} \cdot V_0 \cdot V_t},$$

kde  $V_0$  je objem odměrné baňky (l),  $V_1$  je titrovaný objem dihydrátu kyseliny šťavelové (l) a  $V_t$  je spotřeba odměrného roztoku hydroxidu sodného (l).

*Vlastní stanovení:* Bylo nepipetováno 5 ml šťávy z jablek nebo 10 ml šťávy z kdoulí vzorku do kádinky a titrovalo se za stálého míchání odměrným roztokem hydroxidu sodného do hodnoty pH 8,1. Titrace byla pro každý vzorek provedena třikrát a titrační kyselost byla vypočtena z průměrné spotřeby. [41]

### **Výpočet**

Titrační kyselost  $c$  ( $\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ ) byla vypočtena podle vztahu vycházejícího z rovnice uvedené výše v Principu:

$$c = \frac{V_1 \cdot c_{NaOH} \cdot M_{KJ} \cdot 1000}{2 \cdot V_0},$$

kde  $V_0$  je objem vzorku při titraci (ml),  $V_1$  je objem odměrného roztoku hydroxidu sodného (ml) a  $c_{NaOH}$  je přesná koncentrace hydroxidu sodného ( $\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ ),  $M_{KJ}$  je molární hmotnost kyseliny jablečné ( $M_{KJ} = 134,09 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ) a 1000 je přepočet z mililitrů na litry.

Výsledek byl přepočten a vyjádřen v g titrovatelných kyselin na 100 g sušiny.

### 3.5.5 Stanovení celkových flavonoidů

#### *Princip*

Přítomnost flavonoidů ve vzorku vyvolá změnu zbarvení roztoku tvorbou červeného komplexu flavonoidu s hlinitými ionty. Toto zbarvení je sledováno spektrofotometricky a porovnán se změnou způsobenou standardním roztokem katechinu. [48]

#### *Postup*

Do zkumavky bylo pipetováno 0,5 ml ovocné šťávy, 1,5 ml vody a 0,2 ml 5% NaNO<sub>2</sub>. Obsah zkumavky byl promíchán a ponechán 5 minut stát. Poté bylo přidáno 0,2 ml 10% roztoku AlCl<sub>3</sub>, směs byla opět promíchána a ponechána 5 minut stát. Do zkumavky bylo poté přidáno 1,5 ml 1 M NaOH o koncentraci 1 mol·l<sup>-1</sup> a 1 ml vody a roztok byl naposledy promíchán. Po 15 minutách byla změřena absorbance na spektrofotometru proti slepému vzorku při vlnové délce 510 nm.

Slepý vzorek byl připraven stejným způsobem, jen místo vzorku bylo do zkumavky pipetováno 0,5 ml destilované vody.

#### *Kalibrační křivka*

Na kalibraci byl nejprve připraven zásobní roztok katechinu o koncentraci 1000 mg·l<sup>-1</sup>. Z něho bylo do 5 odměrných baněk o objemu 10 ml pipetováno 0,1; 0,5; 1,0; 2,0 a 3,0 ml zásobního roztoku a doplněno po rysku vodou. Vznikly tak standardní roztoky o koncentraci 10, 50, 100, 200 a 300 mg·l<sup>-1</sup>. Dále se postupovalo jako při stanovení celkových flavonoidů. Z výsledků byla získána závislost absorbance na koncentraci katechinu, která je uvedena v grafu v kapitole 4.1.4.

#### *Výpočet*

Obsah flavonoidů ve vzorcích byl vypočítán z rovnice kalibrační křivky katechinu:

$$A = 3,106 \cdot 10^{-3} \cdot c.$$

Koncentrace celkových flavonoidů byla přepočtena na obsah flavonoidů v mg na 100 g čerstvých plodů.

### 3.5.6 Stanovení celkových polyfenolů

#### *Princip*

Reakce je založena na redukci Folin-Ciocalteuova činidla. Změna zbarvení byla sledována spektrofotometricky. Tato změna byla porovnána se změnou způsobenou standardním roztokem kyseliny gallové. [49]

#### *Postup*

Do zkumavky byl pipetován 1 ml Folin-Ciocalteuova činidla (10x zředěného). Dále byl přidán 1 ml vody a 50 μl vzorku ovocné šťávy. Obsah zkumavky byl promíchán a ponechán 5 minut stát. Poté byl přidán 1 ml nasyceného roztoku Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> a směs ve zkumavce byla promíchána a ponechána 15 minut stát. Následně byla změřena absorbance připraveného roztoku proti slepému vzorku při vlnové délce 750 nm.

Slepý vzorek byl připraven stejným postupem, pouze místo vzorku bylo do zkumavky pipetováno 50 µl destilované vody.

#### ***Kalibrační křivka***

Na kalibraci byl nejprve připraven zásobní roztok kyseliny gallové o koncentraci 1000 mg·l<sup>-1</sup>. Z něho bylo do 5 odměrných baněk o objemu 10 ml pipetováno 0,25; 0,5; 1,0; 2,0 a 4,0 ml zásobního roztoku a doplněno po rysku vodou. Vznikly tak standardní roztoky o koncentraci 25, 50, 100, 200 a 400 mg·l<sup>-1</sup>. Dále se postupovalo jako při stanovení celkových polyfenolů. Z výsledků byla získána závislost absorbance na koncentraci kyseliny gallové, která je uvedena v grafu v kapitole 4.1.5.

#### ***Výpočet***

Obsah polyfenolů ve vzorku byl vypočten z rovnice kalibrační křivky kyseliny gallové:

$$A=1,516 \cdot 10^{-3} \cdot c.$$

Koncentrace celkových polyfenolů byla přepočtena na obsah polyfenolů v mg na 100 g čerstvých plodů.

### **3.6 Stanovení vitamínu C v plodech vybraných druhů ovoce metodou HPLC**

Pro stanovení byla použita kolona Gemini C<sub>18</sub> s rozměry 150 x 4,6 mm, s průměrem částic 5 µm a s předkolonou Security Guard Gemini C<sub>18</sub> 4 x 3 mm. Průtok mobilní fáze byl nastaven na 1 ml·min<sup>-1</sup> a velikost nástřiku byla vždy 20 µl. Analyt byl sledován na UV-VIS detektoru při vlnové délce 254 nm a analýzy proběhly při 30 °C.

Použitá mobilní fáze obsahovala fosfátový pufr s methanolem v poměru 9:1 a extrakční činidlo v podobě 2% kyseliny monohydrogenfosforečné. Roztoky byly připraveny následujícím způsobem.

#### ***Příprava mobilní fáze***

Bylo naváženo 13,6025 g dihydrogenfosforečnanu draselného a navážka byla rozpuštěna v 900 ml redestilované vody. Po rozpuštění bylo přidáno 100 ml methanolu a roztok byl na 15 minut umístěn do ultrazvukové lázně.

#### ***Příprava extrakčního činidla***

Bylo naváženo 30 g kyseliny monohydrogen fosforečné, zalito 100 ml redestilované vody a zahříváno do rozpuštění kyseliny. Roztok byl převeden do 500 ml odměrné baňky a doplněn redestilovanou vodou po rysku. Vznikl tak 2% roztok kyseliny monohydrogenfosforečné.

#### **3.6.1 Stanovení vitamínu C v plodech jabloní**

##### ***Kalibrační křivka***

Rozpuštěním kyseliny askorbové ve 2% roztoku kyseliny monohydrogenfosforečné byl připraven zásobní standardní roztok o koncentraci 1 g·l<sup>-1</sup>. Zředěním zásobního roztoku roztokem 2% kyseliny monohydrogenfosforečné byly připraveny standardní roztoky kalibrační křivky o koncentracích 5, 10, 20, 30 a 50 mg·l<sup>-1</sup>. Jednotlivé koncentrace byly

připraveny ze zásobního roztoku vždy bezprostředně před nástřikem. Zásobní roztok byl mezi měřeními jednotlivých koncentrací skladován v ledniče.

#### ***Příprava vzorku pro analýzu***

Pro stanovení vitamínu C byl použit malý podíl jablka. Nejdříve byly z jednoho plodu odkrojeny nožem tři vzorky přibližně po 8 g, které byly zváženy na čtyři desetinná místa na analytických vahách a zality asi 20 ml extrakčního činidla. Poté byl vzorek nakrájen na malé části a spolu s extrakčním činidlem zhomogenizován v třecí misce s tloučkem a přefiltrován na Büchnerově nálevce. Zfiltrovaný vzorek byl kvantitativně převeden do 25 ml odměrné baňky a doplněn extrakčním činidlem po značku. Tento roztok byl zfiltrován nasátím vzorku přes 0,45 µm celulókový filtr do stříkačky a 3krát nastříknut do systému.

Porovnáním retenčních časů píků na chromatogramech roztoků kalibrační křivky byla identifikována kyselina askorbová. Plocha píku kyseliny askorbové byla stejně jako v případě roztoků kalibrační křivky získána integrací v systému Breeze. Průměrná plocha píku byla vypočtena ze tří nástřiků a dle regresní rovnice kalibrační křivky byla stanovena průměrná koncentrace kyseliny askorbové v daném extraktu ( $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ ). Poté byla tato hodnota přepočtena na navážku původního vzorku a vyjádřena v mg na 100 g plodů podle vztahu:

$$c = \frac{x \cdot V \cdot F \cdot 0,1}{m},$$

kde  $c$  je výsledná koncentrace vitamínu C přepočtena na 100 g plodů ( $\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ ),  $x$  je koncentrace vitamínu C odečtená z kalibrační křivky ( $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ ),  $V$  je objem, ve kterém byla rozpuštěna navážka (ml),  $F$  je faktor zředění, 0,1 je koeficient pro přepočet na 100 g plodů a  $m$  je hmotnost navážky plodů pro daný vzorek (g).

### **3.6.2 Stanovení vitamínu C v plodech kdouloní**

#### ***Kalibrační křivka***

Rozpuštěním kyseliny askorbové ve 2% roztoku kyseliny monohydrogenfosforečné byl připraven zásobní standardní roztok o koncentraci  $1 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$ . Zředěním zásobního roztoku roztokem 2% kyseliny monohydrogenfosforečné byly připraveny standardní roztoky kalibrační křivky o koncentracích 5, 10, 20, 30 a  $50 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ . Jednotlivé koncentrace byly připravené ze zásobního roztoku vždy bezprostředně před nástřikem. Zásobní roztok byl mezi měřeními jednotlivých koncentrací skladován v ledniče.

#### ***Příprava vzorku pro analýzu***

U kdoulí byl pro stanovení vitamínu C použit větší podíl plodů. Nejdříve byly z jednoho plodu odkrojeny nožem tři vzorky přibližně po 16 g. Tyto vzorky byly následně zváženy na analytických vahách s přesností na čtyři desetinná místa a zality asi 30 ml extrakčního činidla. Dále byl vzorek nakrájen na menší části, rozmixován ponorným mixérem a zfiltrován na Büchnerově nálevce. Vzorek byl kvantitativně převeden do 50 ml odměrné baňky a doplněn extrakčním činidlem po značku. Poté byl roztok zfiltrován přes 0,45 µm celulókový filtr nasátím do stříkačky a 3krát nastříknut do systému.

Kyselina askorbová byla identifikována porovnáním retenčních časů píků na chromatogramech roztoků kalibrační křivky. Plocha píku kyseliny askorbové byla stejně jako

v případě roztoků kalibrační křivky získána integrací v systému Breeze. Průměrná plocha píku byla vypočtena ze tří nástřiků a dle regresní rovnice kalibrační křivky byla stanovena průměrná koncentrace kyseliny askorbové v daném extraktu ( $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ). Poté byla tato hodnota přepočtena na navážku původního vzorku a vyjádřena v mg na 100 g plodů podle vztahu:

$$c = \frac{x \cdot V \cdot F \cdot 0,1}{m},$$

kde  $c$  je výsledná koncentrace vitamínu C přepočtena na 100 g plodů ( $\text{mg}\cdot 100 \text{ g}^{-1}$ ),  $x$  je koncentrace vitamínu C odečtená z kalibrační křivky ( $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ),  $V$  je objem, ve kterém byla rozpuštěna navážka (ml),  $F$  je faktor zředění, 0,1 je koeficient pro přepočet na 100 g plodů a  $m$  je hmotnost navážky plodů pro daný vzorek (g).

## 4 VÝSLEDKY A DISKUZE

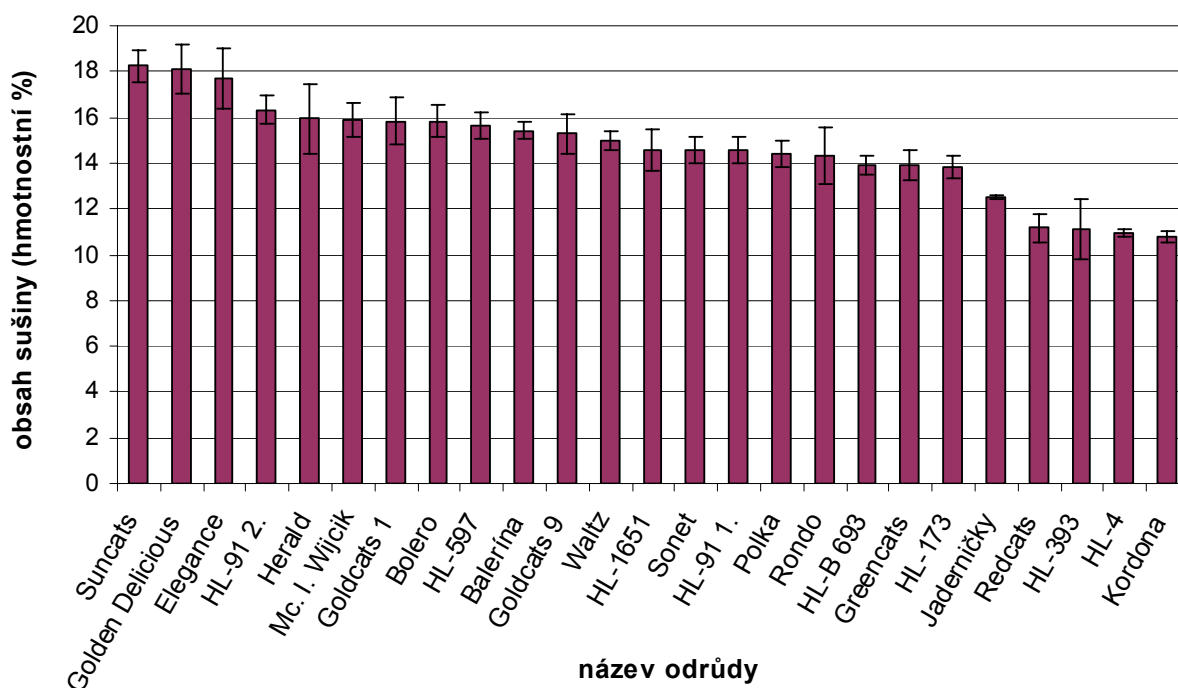
### 4.1 Stanovení vybraných nutričních parametrů

Plody jablek a kdoulí byly uskladněny v lednici. Nejdříve bylo u všech 27 odrůd jablek a 16 odrůd kdoulí stanoveno množství vitamínu C. Poté byly všechny proměřené vzorky rozkrájeny na menší části a zamrazeny. Zbylé části plodu se dále použily na stanovení jednotlivých nutričních faktorů. Nutriční faktory byly stanoveny jen u 25 odrůd jablek, jelikož odrůdy Charlotte a HL-18 postačily jen pro stanovení vitamínu C.

#### 4.1.1 Stanovení sušiny

Celková sušina byla stanovena u plodů jablek a kdoulí podle postupu uvedeném v kapitole 3.5.2. Všechny vzorky byly proměřeny vždy 3x. Jednotlivé výsledky jsou uvedeny v tabulkách v příloze 1 a 2.

#### *Stanovení sušiny v plodech jabloní*

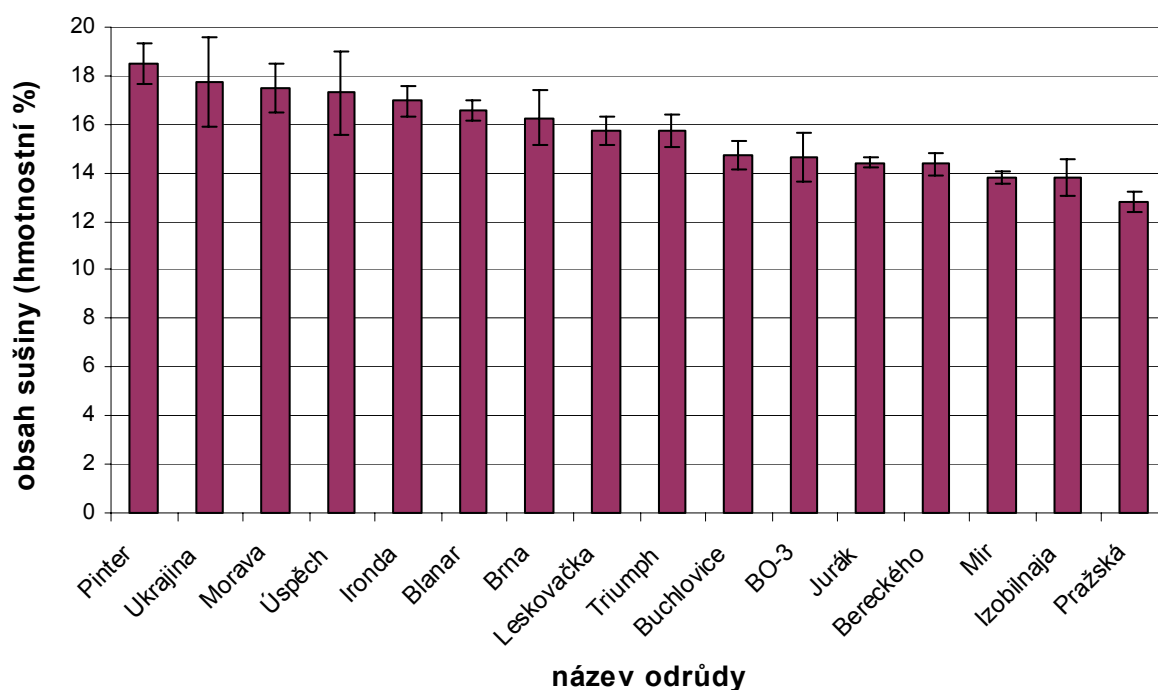


Graf 1: Obsah sušiny v analyzovaných jablkách

Obsah sušiny stanovené v ovoci jednotlivých odrůd jablek se pohyboval v rozmezí 10–18 % sušiny ve 100 g plodů. Nejvyšší obsah sušiny byl stanoven v odrůdě Suncats (18,3 % ve 100 g). Podobné množství měly i odrůdy Golden Delicious (18,1 % ve 100 g) a Elegance (17,7 % ve 100 g), jejichž výsledek se lišil jen nepatrně. Zastoupení sušiny v následujících odrůdách se pohyboval v rozmezí 13 až 16 %. Nejmenší obsah sušiny měly odrůdy HL-4 (10,9 % ve 100 g) a Kordona (10,8 % ve 100 g).



### *Stanovení sušiny v plodech kdouloní*



*Graf 2: Obsah sušiny v analyzovaných kdoulích*

Obsah sušiny, který byl analyzován v 16 odrůdách kdoulí se pohyboval v rozmezí 12-18 % sušiny ve 100 g plodů. Nejvyšší zastoupení sušiny měla odrůda Pinter, která obsahovala 18,5 % ve 100 g plodů.

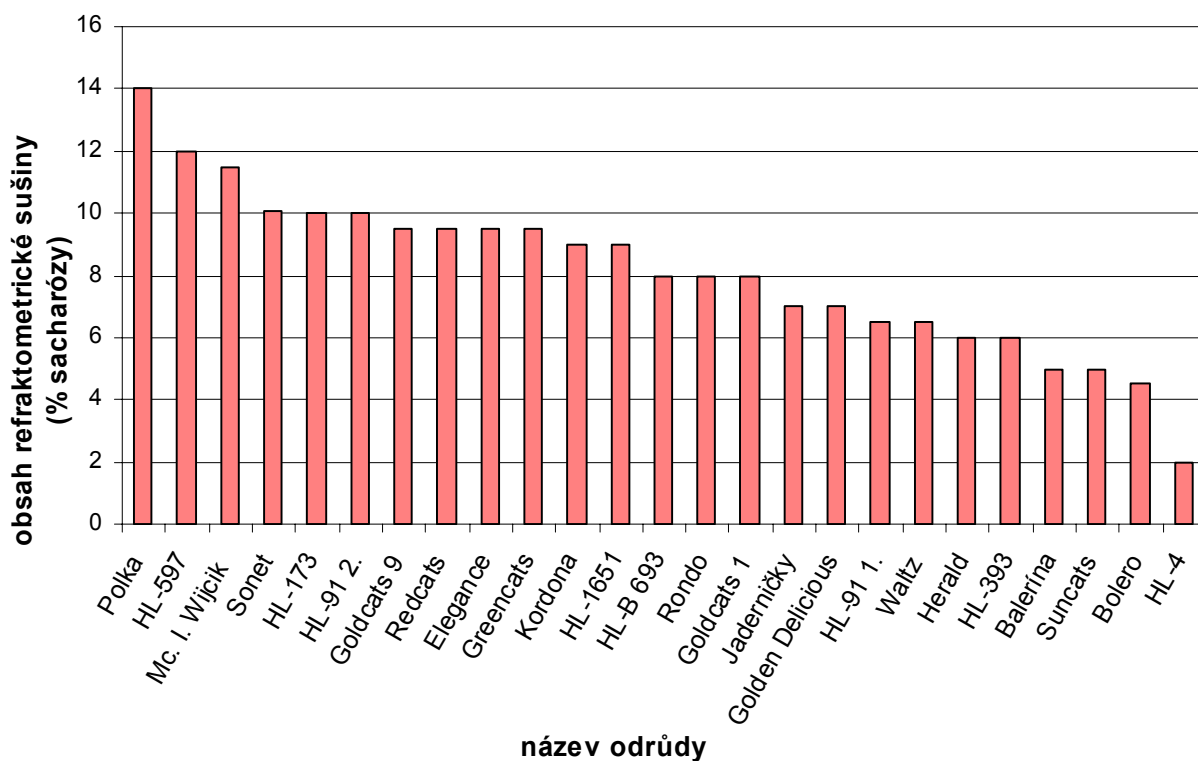
Větší množství sušiny měly ještě odrůdy Ukrajina (17,8 % ve 100 g) a Morava (17,5 % ve 100 g). Nejméně sušiny obsahovala odrůda Pražská, jejíž obsah činil 12,8 % ve 100 g plodů.

Obsah sušiny v analyzovaných odrůdách jablek i kdoulí se pohyboval podobně v rozmezí 10 až 18 % sušiny ve 100 g plodů.

#### 4.1.2 Stanovení refraktometrické sušiny

Z analyzovaných plodů byla šťáva získána dle postupu uvedeném v kapitole 3.5.3. Získaná šťáva byla vždy 1x proměřena na refraktometru a zároveň byla odečtena i hodnota vyjadřující procentuální zastoupení sacharosy v plodu. Výsledky jsou uvedeny v tabulkách v příloze 3 a 4.

##### *Stanovení refraktometrické sušiny v plodech jabloní*

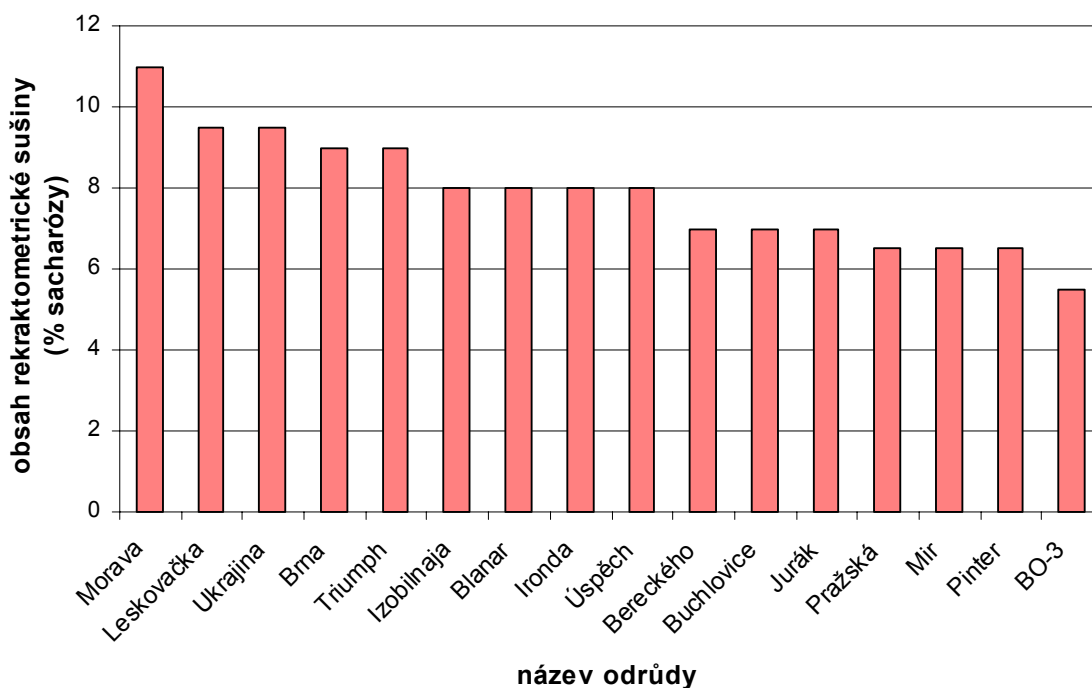


*Graf 3: Obsah refraktometrické sušiny v analyzovaných jablkách*

Obsah refraktometrické sušiny v jednotlivých odrůdách jablek se pohyboval v rozmezí od 2 do 14 %. Výrazně nejvyšší obsah refraktometrické sušiny měla odrůda Polka, která obsahovala 14 % rozpustné sušiny. Další dvě odrůdy měly také vyšší zastoupení, a to HL-597 s 12 % a Mc. I. Wijcik s 11,5 % refraktometrické sušiny.

Nejnižší množství rozpustné sušiny měla vzhledem k ostatním vzorkům jednoznačně odrůda HL-4, která obsahovala pouze 2 %.

### *Stanovení refraktometrické sušiny v plodech kdouloní*



*Graf 4: Obsah refraktometrické sušiny v analyzovaných kdoulích*

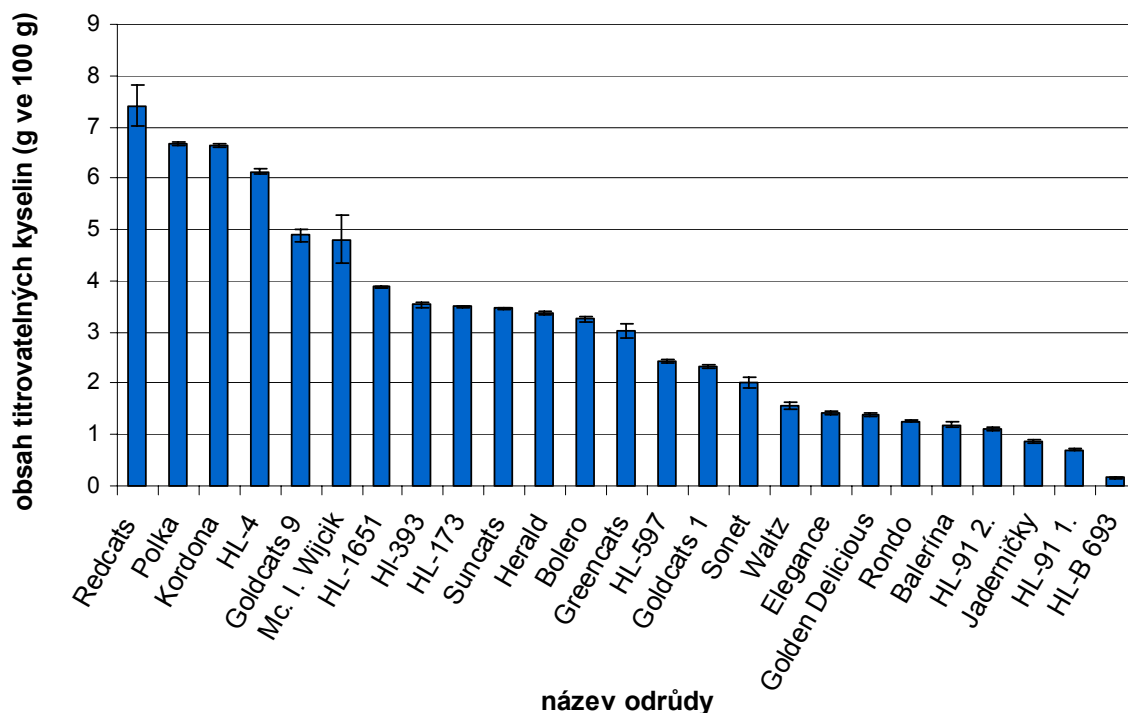
Obsah refraktometrické sušiny se u kdoulí pohyboval v rozmezí 5–11 %. Nejvyšší zastoupení rozpustné sušiny měla odrůda Morava, ve které bylo obsaženo 11 %. Další dvě odrůdy, které měly poměrně vyšší množství rozpustné sušiny byly Leskovačka a Ukrajina a obsahovaly 9,5 %. Odrůda BO-3 měla nejnižší obsah rozpustné sušiny a činil 5,5 %.

Obsah refraktometrické sušiny byl průměrně vyšší u plodů kdoulí než u jablek. Některé odrůdy kdoulí obsahovaly kolem 9,5 až 11 % rozpustné sušiny, kdežto u jablek se hodnoty pohybovaly nejvýše kolem 7 až 8 %.

#### 4.1.3 Stanovení titrovatelných kyselin

Titrovatelné kyseliny byly stanoveny dle postupu, který je uveden v kapitole 3.5.4. Každý vzorek byl analyzován 3x. Výsledky jsou ukázány v tabulkách v příloze 5 a 6.

##### *Stanovení titrovatelných kyselin v plodech jabloní*



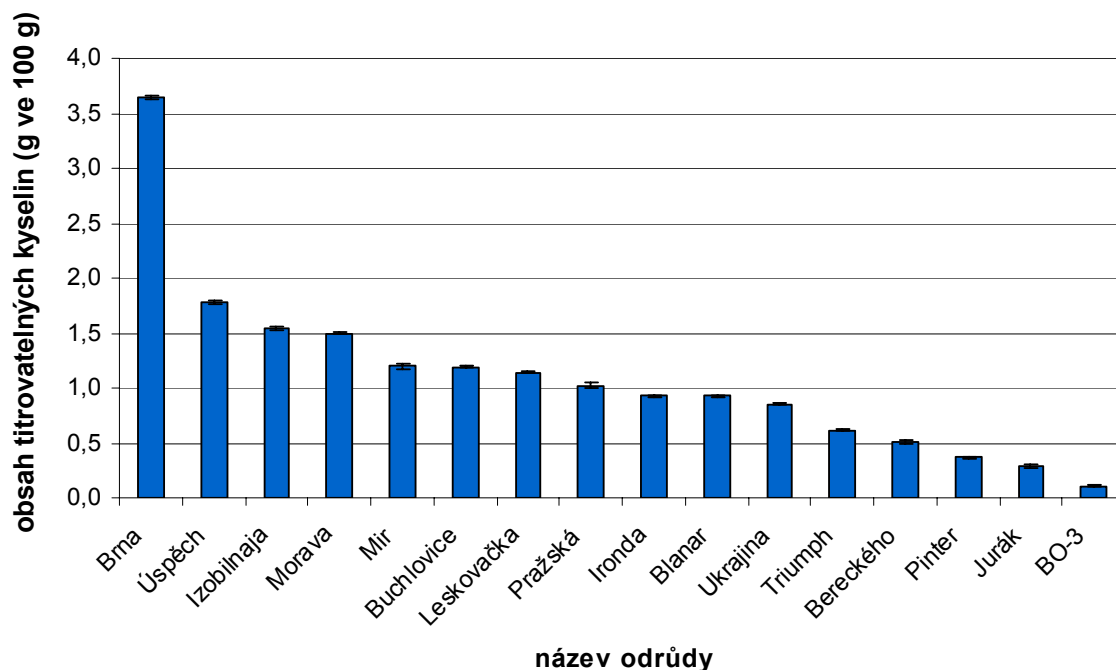
*Graf 5: Obsah titrovatelných kyselin v analyzovaných jablkách*

Obsah titrovatelných kyselin se v analyzovaných plodech jabloní pohyboval v rozmezí 0,1–7,5 g ve 100 g plodů.

Největší množství titrovatelných kyselin měla odrůda Redcats, která obsahovala 7,4 g ve 100 g plodů. Další tři odrůdy obsahovaly také větší množství titrovatelných kyselin, patří zde Polka (6,7 g ve 100 g), Kordona (6,6 g ve 100 g) a HL-4 (6,1 g ve 100 g).

Poslední tři odrůdy obsahovaly méně než 1 g ve 100 g plodů titrovatelných kyselin, konkrétně odrůdy Jaderničky (0,9 g ve 100 g), HL-91 1. (0,7 g ve 100 g) a HL-B 693 (0,2 g ve 100 g).

### *Stanovení titrovatelných kyselin v plodech kdouloní*



*Graf 6: Obsah titrovatelných kyselin v analyzovaných kdoulích*

Obsah titrovatelných kyselin stanovený v plodech kdoulí se pohyboval v rozmezí 0,1–3,7 g ve 100 g plodů. Největší množství titrovatelných kyselin se vyskytoval výrazně u odrůdy Brna a činil 3,6 g ve 100 g. Poměrně větší množství obsahovala i odrůda Úspěch s 1,78 g ve 100 g.

Následující odrůdy již měly zastoupení titrovatelných kyselin výrazně nižší a jejich množství se pohybovalo kolem 1 g ve 100 g plodů.

Výrazně nejnižší zastoupení titrovatelných kyselin se vyskytovalo u odrůdy BO-3, která obsahovala jen 0,1 g ve 100 g.

Z grafů 5 a 6 je vidět, že plody kdouloní obsahovaly celkově méně titrovatelných kyselin než plody jabloní. U plodů kdoulí se nejvyšší hodnoty pohybovaly přibližně kolem 4 g ve 100 g, zatím co u plodů jablek až kolem 8 g ve 100 g.

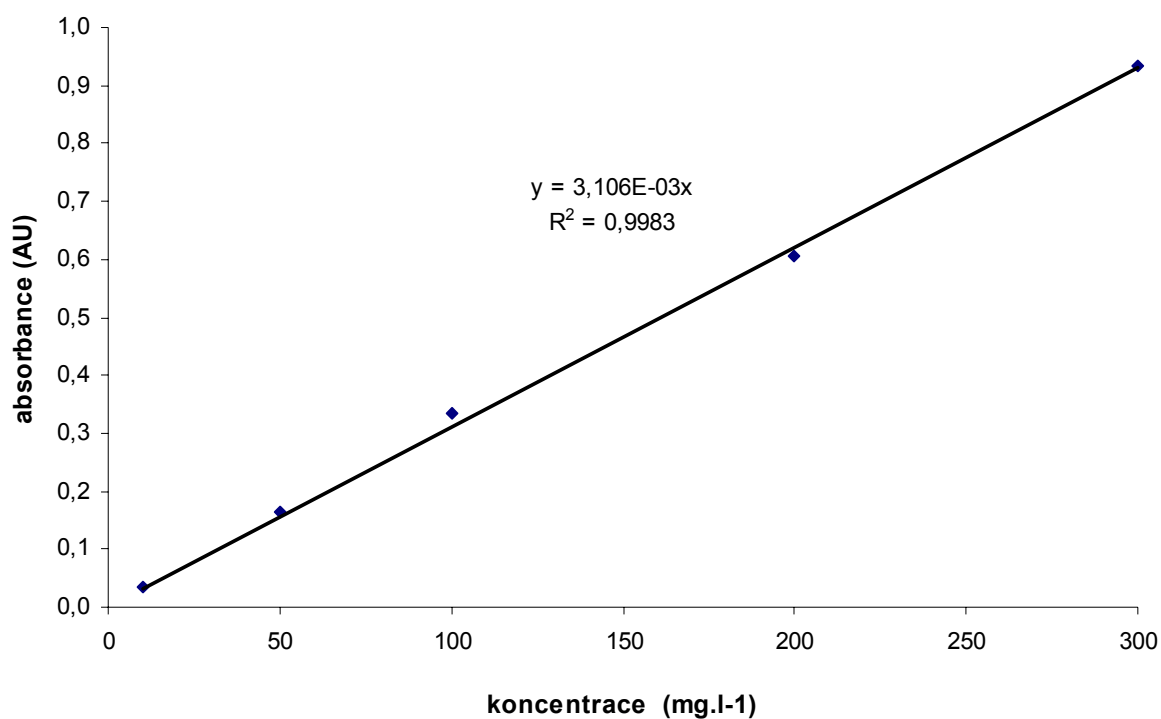
#### 4.1.4 Stanovení celkových flavonoidů

##### *Sestrojení kalibrační závislosti*

Postup pro sestrojení kalibrační křivky katechinu je uveden v kapitole 3.5.5.

*Tabulka 4: Kalibrační křivka katechinu*

koncentrace (mg·l <sup>-1</sup> )	absorbance (AU)
10	0,035
50	0,165
100	0,334
200	0,606
300	0,932



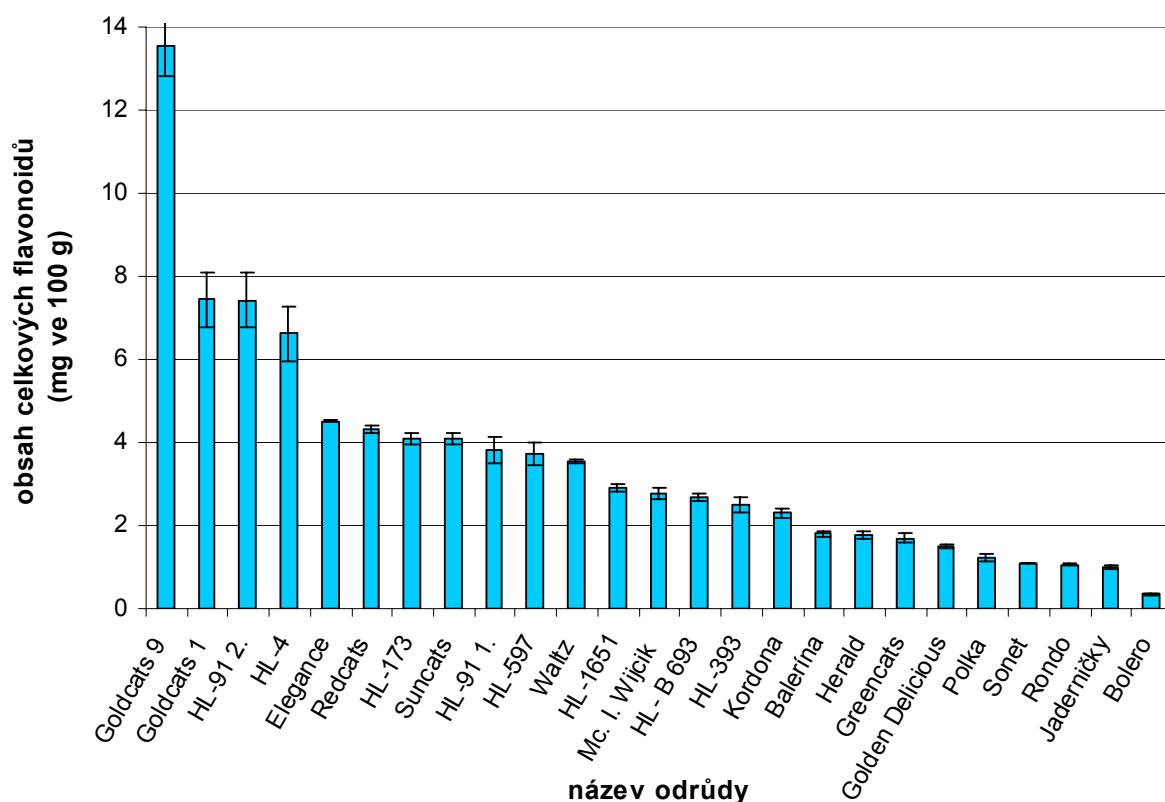
*Graf 7: Kalibrační křivka katechinu*

Ve studovaném koncentračním rozsahu je závislost lineární. Korelační koeficient má hodnotu nad 0,99 a značí tím velmi dobrou linearitu.

Celkové flavonoidy v plodech jabloní a kdouloní byly stanoveny dle postupu uvedeného v kapitole 3.5.5. Každý vzorek byl analyzován 3x.

### *Stanovení celkových flavonoidů v plodech jablek*

Výsledky analýz jsou uvedeny v tabulkách v příloze 7 a 8 a v následujícím grafu 8.

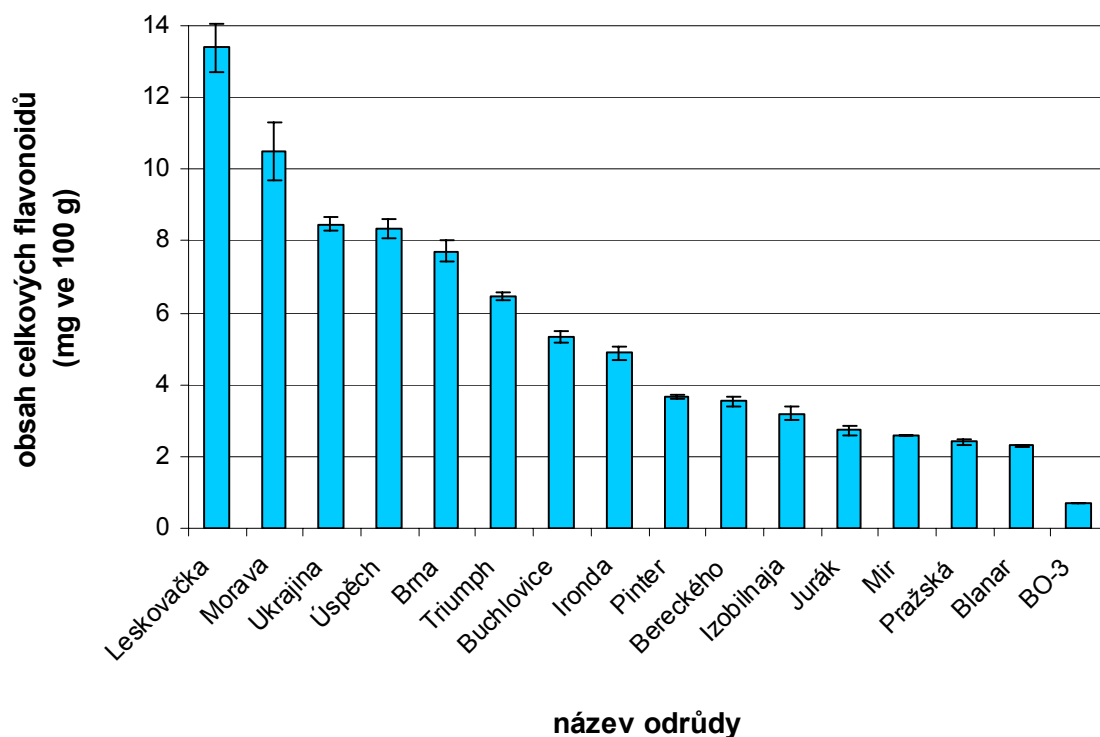


*Graf 8: Obsah celkových flavonoidů v analyzovaných jablkách*

Obsah celkových flavonoidů v jablkách se pohyboval v rozmezí 0,5–13,6 mg ve 100 g, což poukazuje na velký rozsah hodnot. Výrazně největší množství celkových flavonoidů měla odrůda Goldcats 9, jejíž obsah činil 13,5 mg ve 100 g. Poměrně vyšší množství celkových flavonoidů bylo obsaženo také v následujících třech odrůdách, zejména v Goldcats 1 (7,4 mg ve 100 g), HL-91 2. (7,4 mg ve 100 g) a HL-4 (6,6 mg ve 100 g).

Výrazně nejnižší množství celkových flavonoidů bylo nalezeno v odrůdě Bolero, kde obsah činil pouze 0,4 mg ve 100 g.

### *Stanovení celkových flavonoidů v plodech kdouloní*



*Graf 9: Obsah celkových flavonoidů v analyzovaných kdoulích*

Obsah celkových flavonoidů stanovený v jednotlivých plodech kdouloní se pohyboval v rozmezí 0,7–13,4 mg ve 100 g.

Výrazně nejvyšší zastoupení celkových flavonoidů ve srovnání s ostatními vzorky měla odrůda Leskovačka, jejíž obsah činil 13,4 mg ve 100 g plodů. Další odrůda s vyšším množstvím celkových flavonoidů byla Morava, která obsahovala 10,5 mg ve 100 g.

Odrůdy Ukrajina (8,5 mg ve 100 g) a Úspěch (8,4 mg ve 100 g) měly také poměrně vysoké zastoupení celkových flavonoidů. Nejnižší hladinu celkových flavonoidů měla odrůda BO-3, která obsahovala pouze 0,7 mg ve 100 g plodů.

Obsah celkových flavonoidů se u plodů jabloní i kdouloní pohyboval ve stejném rozmezí, tj. od necelého miligramu ve 100 g plodu až po 13,5 mg ve 100 g.



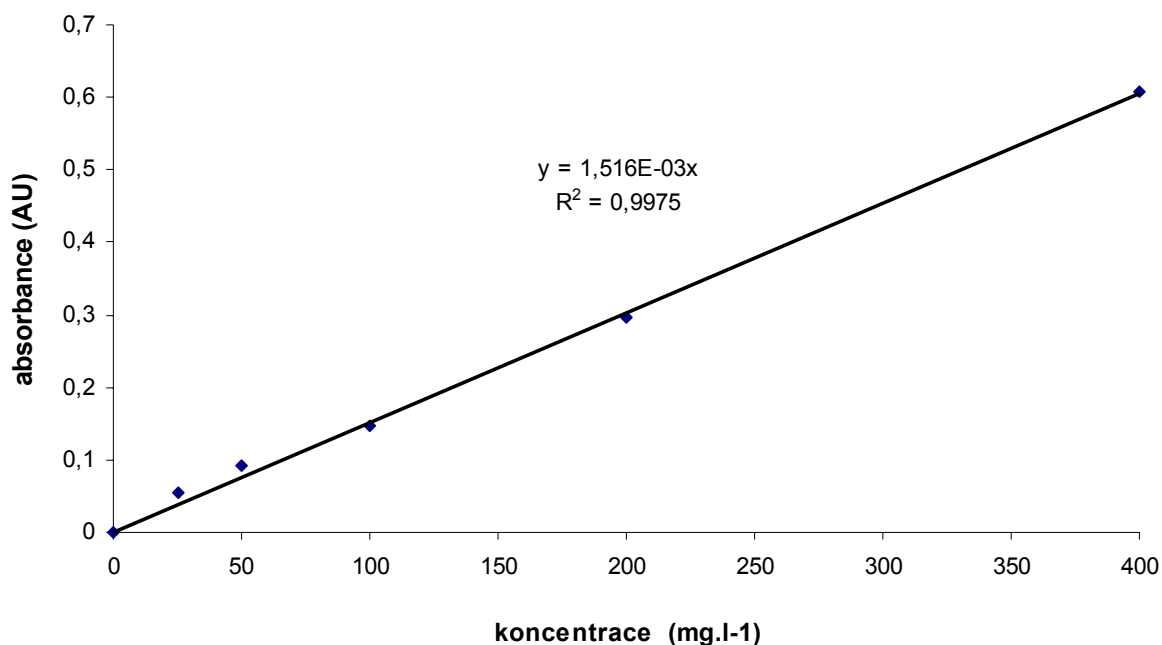
#### 4.1.5 Stanovení celkových polyfenolů

##### *Sestrojení kalibrační závislosti*

Postup pro sestrojení kalibrační závislosti pro kyselinu gallovou je popsán v kapitole 3.5.6.

*Tabulka 5: Kalibrační křivka kyseliny gallové*

koncentrace (mg·l <sup>-1</sup> )	absorbance (AU)
25	0,056
50	0,091
100	0,148
200	0,296
400	0,608



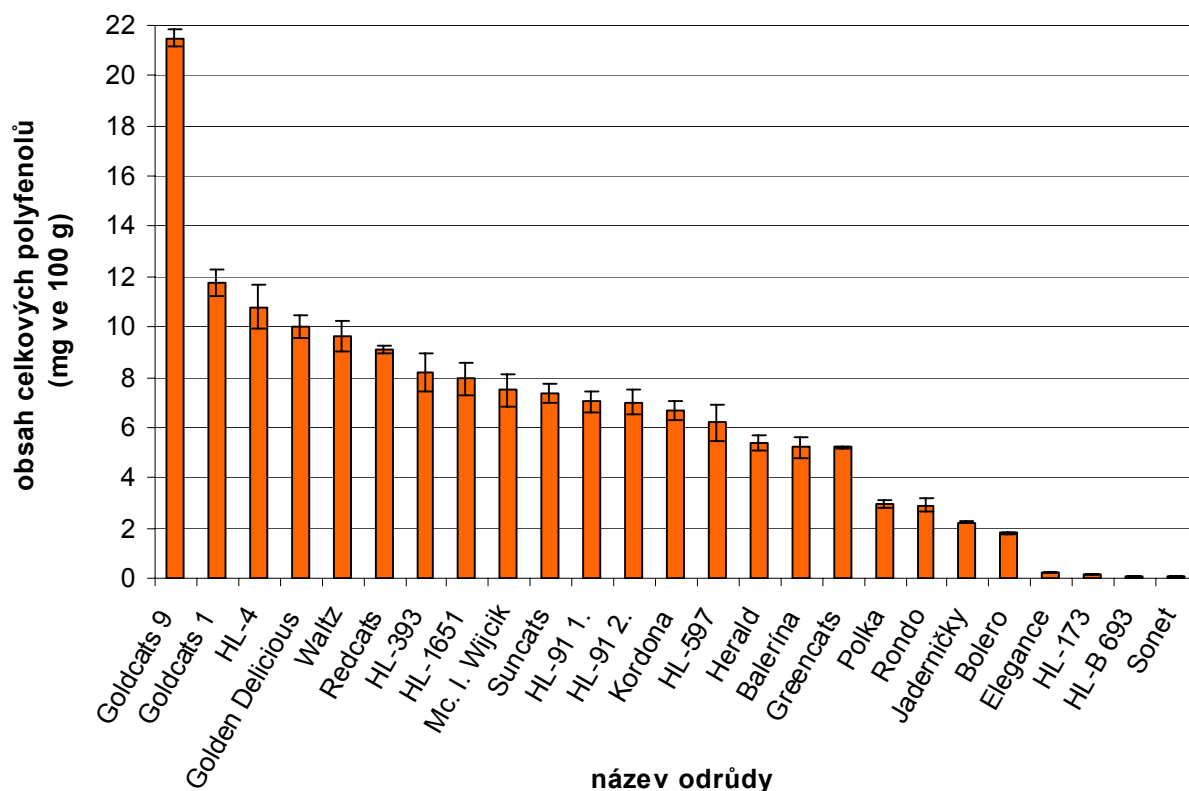
*Graf 10: Kalibrační křivka kyseliny gallové*

Ve studovaném koncentračním rozsahu je závislost lineární. Korelační koeficient má hodnotu nad 0,99 a značí tím velmi dobrou linearitu.

Postup pro stanovení celkových polyfenolů v plodech jabloní a kdouloní je uveden v kapitole 3.5.6 v experimentální části práce.

## Stanovení celkových polyfenolů v plodech jablek

Výsledky stanovení jsou uvedeny v tabulkách v příloze 9 a 10 a v grafu 11.



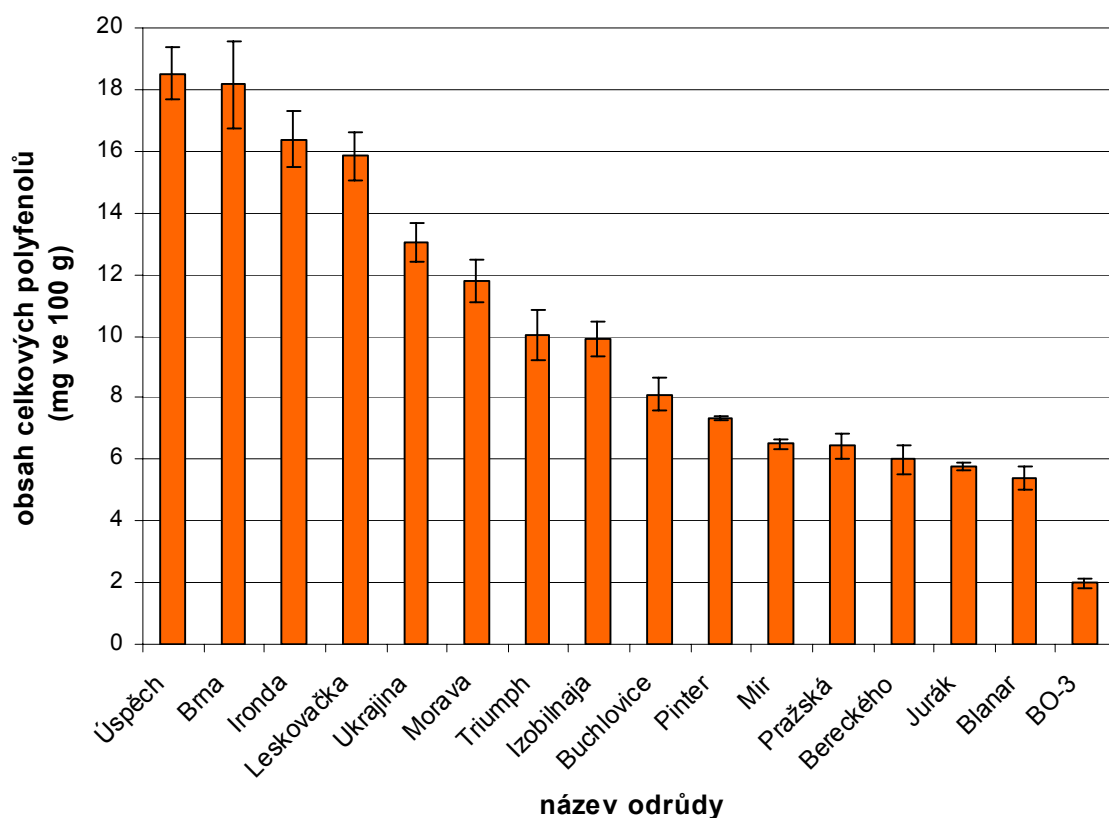
Graf 11: Obsah celkových polyfenolů v analyzovaných jablkách

Obsah celkových polyfenolů se v analyzovaných jablkách pohyboval v širokém rozmezí 0,1–21,5 mg ve 100 g.

Odrůda Goldcats 9 měla výrazně nejvyšší zastoupení celkových polyfenolů, obsahovala 21,5 mg ve 100 g, čímž předčila následující odrůdu přibližně o 10 mg ve 100 g plodů. Další odrůda s poměrně vyšším množstvím celkových polyfenolů byla Goldcats 1, která obsahovala 11,8 mg ve 100 g plodů.

Výrazně nižší hladinu celkových polyfenolů měly odrůdy Elegance (0,2 mg ve 100 g), HL-173 (0,2 mg ve 100 g), HL-B 693 (0,1 mg ve 100 g), Sonet (0,1 mg ve 100 g), jejichž obsah se pohyboval v rozmezí 0,1–0,2 mg ve 100 g plodů.

### *Stanovení celkových polyfenolů v plodech kdouloní*



*Graf 12: Obsah celkových polyfenolů v analyzovaných kdoulích*

Obsah celkových polyfenolů stanovených v jednotlivých odrůdách plodů kdouloní se pohyboval v rozmezí 2–19 mg ve 100 g.

Největší zastoupení polyfenolů měly odrůdy Úspěch a Brna, jejichž obsah činil 18,5 mg ve 100 g a 18,2 mg ve 100 g plodů.

Výrazně nejnižší zastoupení měla odrůda BO-3, která obsahovala 2,0 mg ve 100 g plodů.

Celkové polyfenoly se vyskytovaly v jablkách i kdoulích ve velmi podobném rozsahu. Nejnižší hodnoty se pohybovaly od 0,1 a 2,0 mg ve 100 g plodů. Horní hranice obsahu polyfenolů byla kolem 20 mg ve 100 g.

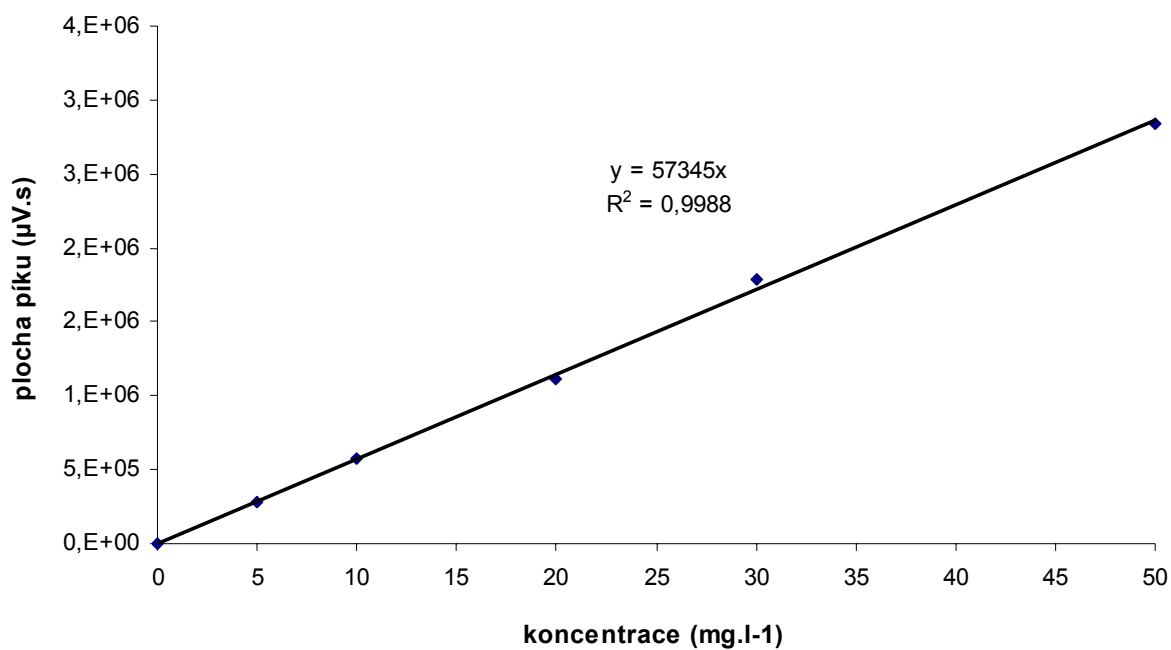
## 4.2 Stanovení vitamínu C v plodech jabloní a kdouloní

### *Sestrojení kalibrační závislosti*

Postup pro sestrojení kalibrační křivky pro kyselinu askorbovou je uveden v kapitole 3.6.1.

*Tabulka 6: Kalibrační křivka kyseliny askorbové*

<b>koncentrace</b> (mg·l <sup>-1</sup> )	<b>plocha píku</b> (μV·s)
5	284605
10	573898
20	1117439
30	1791472
50	2836453



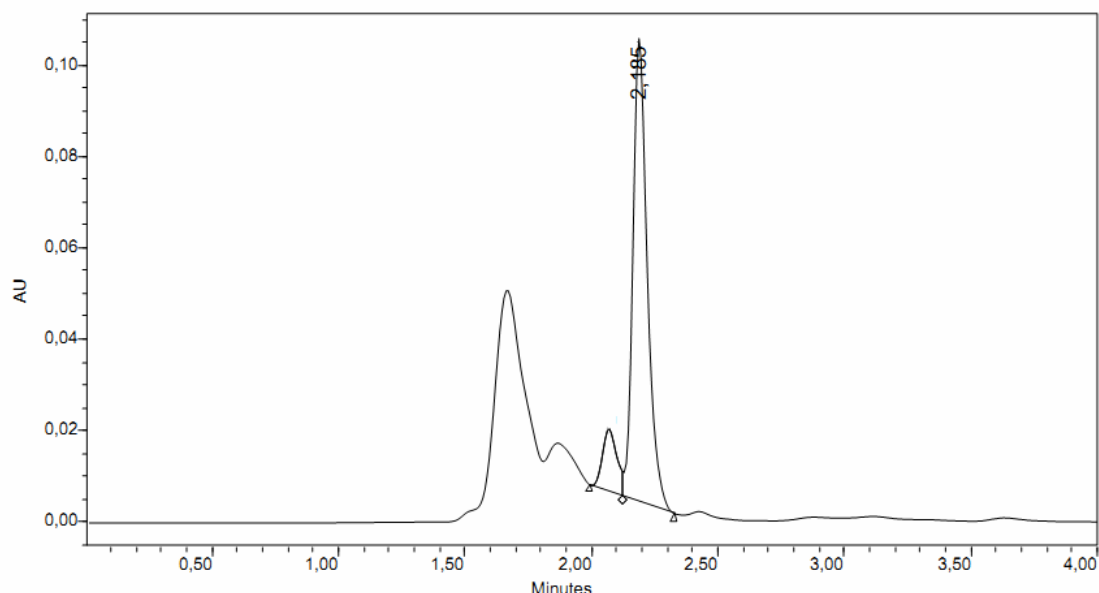
*Graf 13: Kalibrační křivka kyseliny askorbové*

Ve studovaném koncentračním rozsahu je závislost lineární. Korelační koeficient má hodnotu nad 0,99 a značí tím velmi dobrou linearitu.

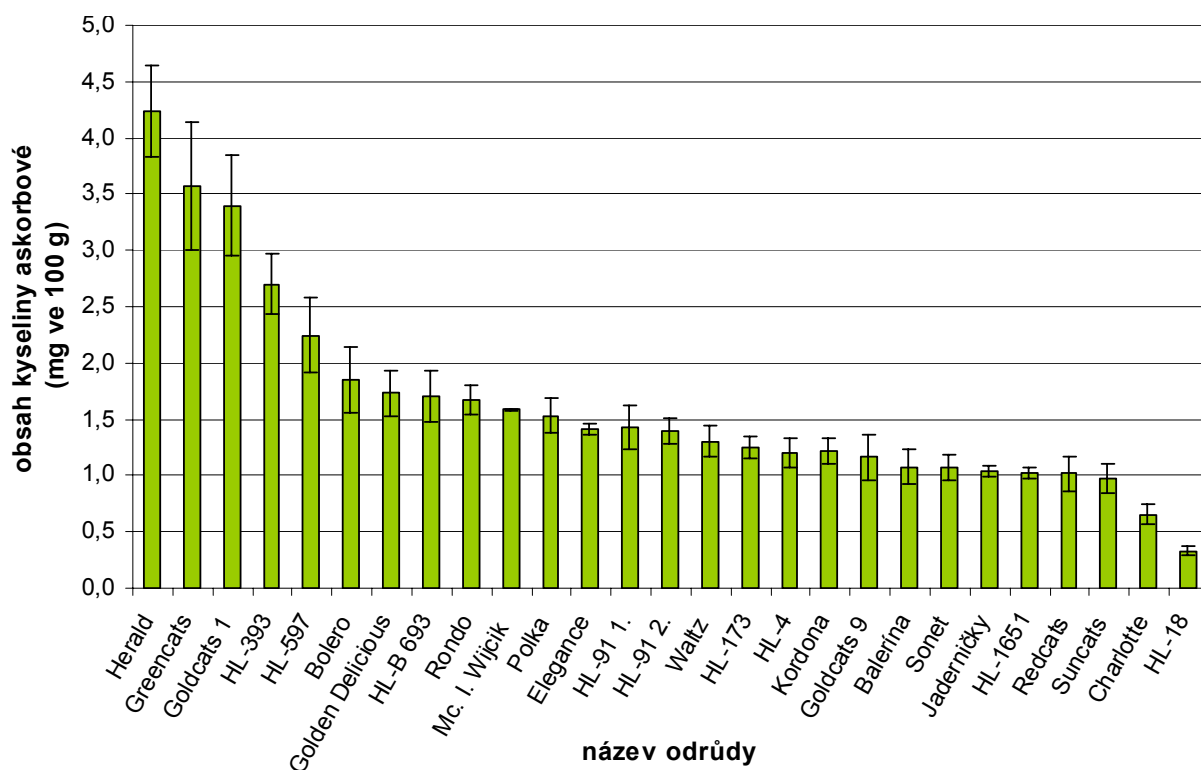
### Stanovení vitamínu C ve vybraných odrůdách jablek

Příprava vzorků jablek pro analýzu je popsána v kapitole 3.6.1. Analýza trvala 4 minuty, askorbová kyselina se eluovala ve 2. minutě. Po analýze byla kolona 10 minut promývána mobilní fází z důvodu dokonalého vymytí případných nečistot, které by mohly ovlivnit další analýzu.

Výsledky jsou uvedeny v příloze 11 a v grafu 14. V následujícím obrázku 12 je uveden ukázkový záznam analýzy vitamínu C v odrůdě Golden Delicious.



Obrázek 12: Chromatogram analýzy vitamínu C v jablku Golden Delicious

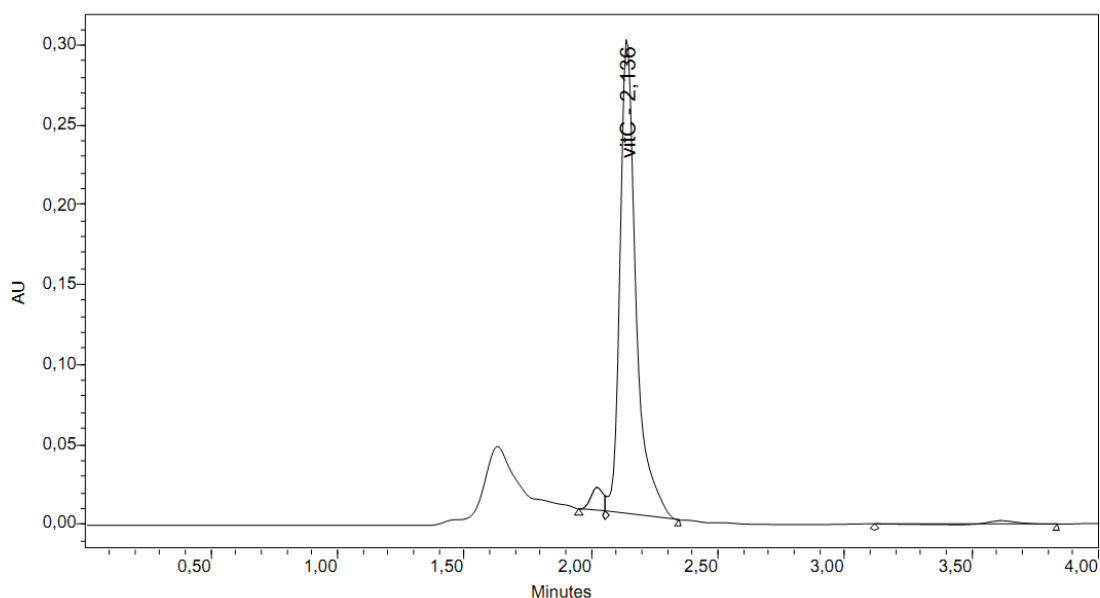


Graf 14: Obsah vitamínu C v analyzovaných jablkách

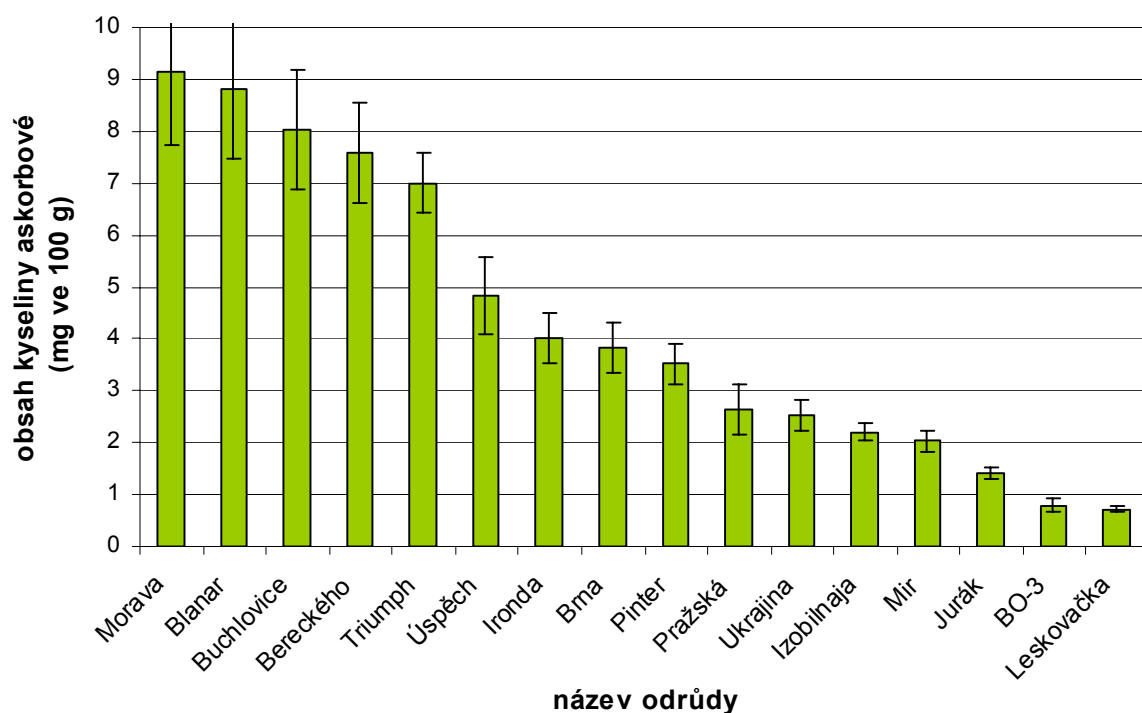
Obsah vitaminu C, který byl stanoven ve 27 odrůdách plodů jabloní se pohyboval v rozmezí 0,3–4,3 mg kyseliny askorbové ve 100 g plodu.

Nejvyšší obsah vitaminu C měla odrůda Herald, která obsahovala 4,2 mg ve 100 g. Poměrně vyšší obsah vitaminu C měly ještě odrůdy Greencats (3,6 mg ve 100 g) a Goldcats 1 (3,4 mg ve 100 g). Nejnižší zastoupení vitaminu C měla odrůda HL-18. Jeho obsah činil pouze 0,3 mg ve 100 g.

### ***Stanovení vitaminu C ve vybraných odrůdách kdoulí***



*Obrázek 13: Chromatogram analýzy vitaminu C v kdouli Morava*



*Graf 15: Obsah vitaminu C v analyzovaných kdoulích*

Obsah vitamínu C stanovený ve vybraných 16 odrůdách kdoulí se pohyboval v rozmezí 0,7–9,2 mg kyseliny askorbové ve 100 g plodů.

Nejvyšší zastoupení vitamínu C bylo nalezeno v odrůdách Morava a Blanar, jehož obsah činil 9,2 mg ve 100 g a 8,8 mg ve 100 g plodů.

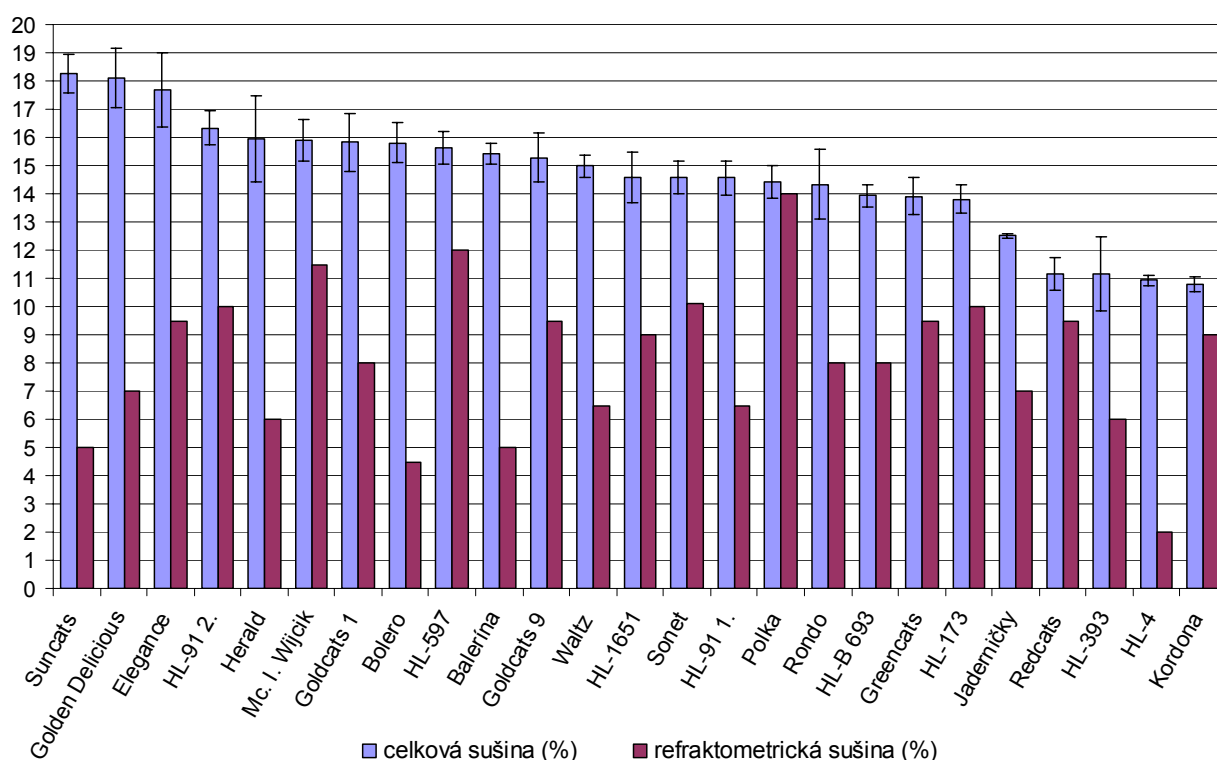
Nejnižší hladina vitamínu C byla stanovena u odrůdy B0-3 (0,8 mg ve 100 g) a Leskovačky (0,7 mg ve 100 g), kde obsah nepřekročil 1 mg ve 100 g plodů.

Množství vitamínu C bylo u plodů kdouloní o polovinu vyšší než u plodů jabloní. Maximální množství vitamínu C se u jablek pohybovalo kolem 4 mg ve 100 g ovoce, u kdoulí kolem 9 mg ve 100 g.

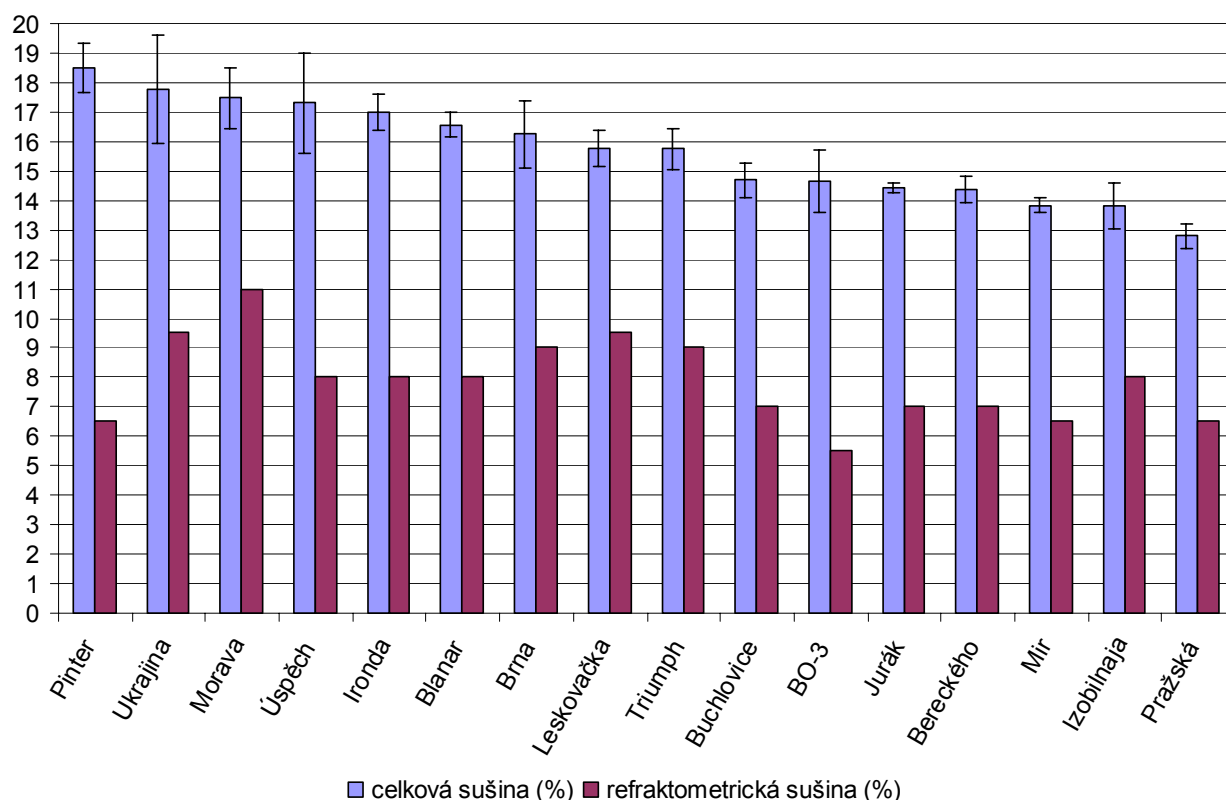
V tabulce v příloze 11 a 12 jsou uvedeny relativní směrodatné odchylky pro každý vzorek. U stanovení vitamínu C v plodech jablek i kdoulí se pohybovaly hodnoty relativní standardní odchylky (RSD) až k 13 %. Velké odchylky mohou být způsobeny prací s reálnými vzorky. Nebylo možné získat reprezentativní homogenní vzorky, jelikož byl k analýze k dispozici většinou pouze jeden plod od každé odrůdy. Aby bylo možné získat reprezentativní vzorek, bylo by zapotřebí analyzovat větší skupinu vzorků.

### 4.3 Srovnání stanovovaných nutričních parametrů v jablkách a kdoulích

Cílem experimentální části bylo získat data, pomocí kterých by bylo možné srovnat analyzované odrůdy jablek a kdoulí dle obsahu a zastoupení jednotlivých významných látek. V grafech 16, 17, 18 a 19 je uveden celkový přehled výsledků stanovení celkové a refraktometrické sušiny, celkových flavonoidů, celkových polyfenolů a vitamínu C.



Graf 16: Přehled stanovené celkové a refraktometrické sušiny u jablek



*Graf 17: Přehled stanovené celkové a refraktometrické sušiny u kdoulí*

V grafech 16 a 17 je uvedeno srovnání obsahu celkové a refraktometrické sušiny analyzované v jednotlivých odrůdách jablek a kdoulí.

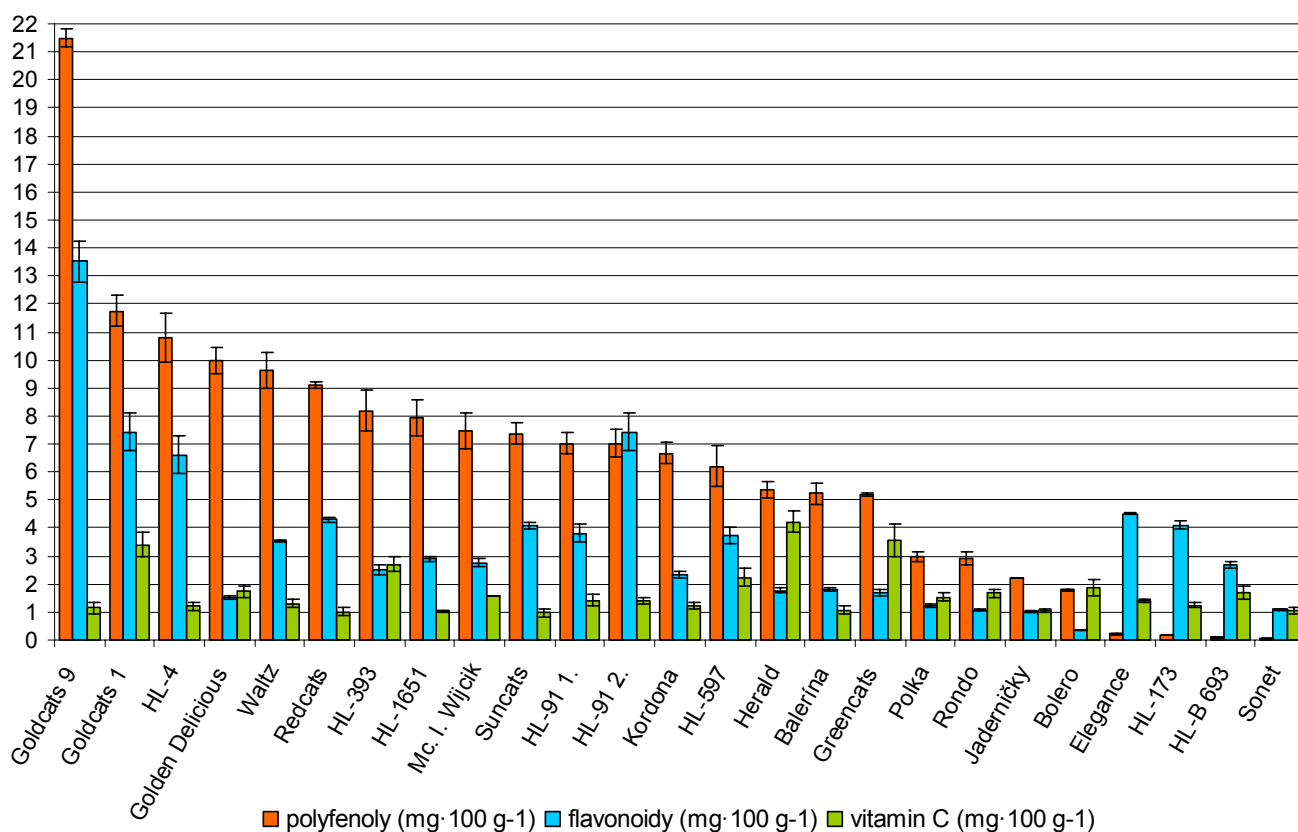
Celková sušina, která je dána jak rozpustnou tak nerozpustnou sušinou se u plodů jablek pohybovala v rozmezí přibližně 10–18 % a u plodů kdoulí velmi podobně, a to v rozmezí přibližně 12–18 %.

Z grafu 16 je vidět, že množství refraktometrické sušiny, tedy jen rozpustné sušiny není závislé na obsahu celkové sušiny. Například odrůda Suncats, která obsahovala nejvíce celkové sušiny (18,3 %) měla pouze 5 % sušiny refraktometrické. Zatím co odrůda Kordona, která měla nejnižší zastoupení celkové sušiny (10,8 %) obsahovala 9 % sušiny refraktometrické.

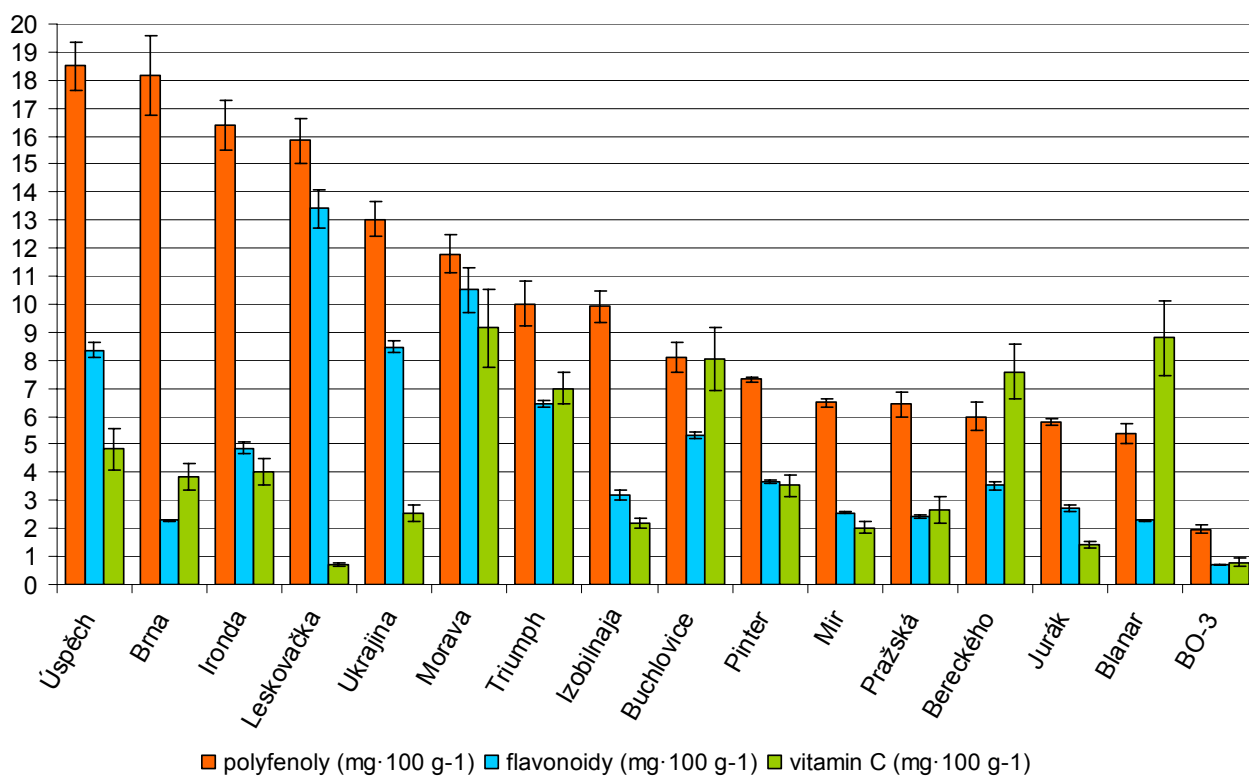
U plodů kdoulí (graf 17) tomu bylo podobně, např. odrůda Pinter obsahovala nejvíce celkové sušiny 18,5 %, ale obsah refraktometrické sušiny činil pouze 6,5 %. Stejně zastoupení rozpustné sušiny měla i odrůda Pražská, která však obsahovala nejméně celkové sušiny 12,8 %.

Z výsledků lze obecně usoudit, že nebyla nalezena závislost mezi obsahem sušiny celkové a refraktometrické. Vysoká refraktometrická sušina může být způsobena např. velkým množstvím rozpustných pektinů. To je individuální vlastnost dané odrůdy ovoce.





Graf 18: Celkové stanovení polyfenolů, flavonoidů a vitaminu C v jablkách



Graf 19: Celkové stanovení polyfenolů, flavonoidů a vitaminu C v kdoulích

V grafech 18 a 19 bylo srovnáno množství celkových polyfenolů, flavonoidů a vitaminu C pro jednotlivé odrůdy jablek i kdoulí. Z grafu 18 lze usoudit, že výrazně nejvyšší zastoupení celkových polyfenolů (21,5 mg ve 100 g) i flavonoidů (13,5 mg ve 100 g) měla odrůda Goldcats 9, naopak obsah vitaminu C byl nízký a činil pouze 1,2 mg ve 100 g. Odrůdy Elegance, HL-173 a HL-B 693 měly výrazně nízký obsah polyfenolů, který se pohyboval do 0,5 mg ve 100 g, avšak tyto odrůdy obsahovaly poměrně vyšší množství flavonoidů v rozmezí 2,5–4,5 mg ve 100 g.

U analyzovaných plodů kdouloní měla celkově vyšší a zároveň celkem vyrovnané zastoupení jak celkových polyfenolů (11,8 mg ve 100 g), celkových flavonoidů (10,5 mg ve 100 g) tak i vitaminu C (9,5 mg ve 100 g) odrůda Morava.

Ve srovnání odrůda Leskovačka měla vysoký obsah celkových polyfenolů (15,8 mg ve 100 g) i celkových flavonoidů (13,4 mg ve 100 g), ale obsah vitaminu C (0,7 mg ve 100 g) byl velmi nízký.

Na základě získaných hodnot lze říci, že obsah polyfenolů není závislý na obsahu flavonoidů a u každé odrůdy je zastoupení jednotlivých látek individuální.

Pomocí naměřených údajů lze na závěr vyhodnotit za nejlepší odrůdy jablek odrůdy Goldcats 9, Goldcats 1 a HL-4. Ty obsahují celkově vysoké množství polyfenolů, flavonoidů i vitaminu C. U plodů kdouloní lze označit za nejlepší odrůdy Moravu, Triumf a Úspěch.

#### **4.4 Senzorická analýza**

Pro porovnání chemického složení studovaného ovoce s jeho organoleptickými vlastnostmi bylo všech 27 odrůd jablek podrobeno ještě senzorické analýze.

K hodnocení vzorků byla použita stupnicová metoda za pomoci hédonické stupnice. Vzorky posuzovalo celkem 10 hodnotitelů. Formulář pro senzorické hodnocení je uveden v příloze.

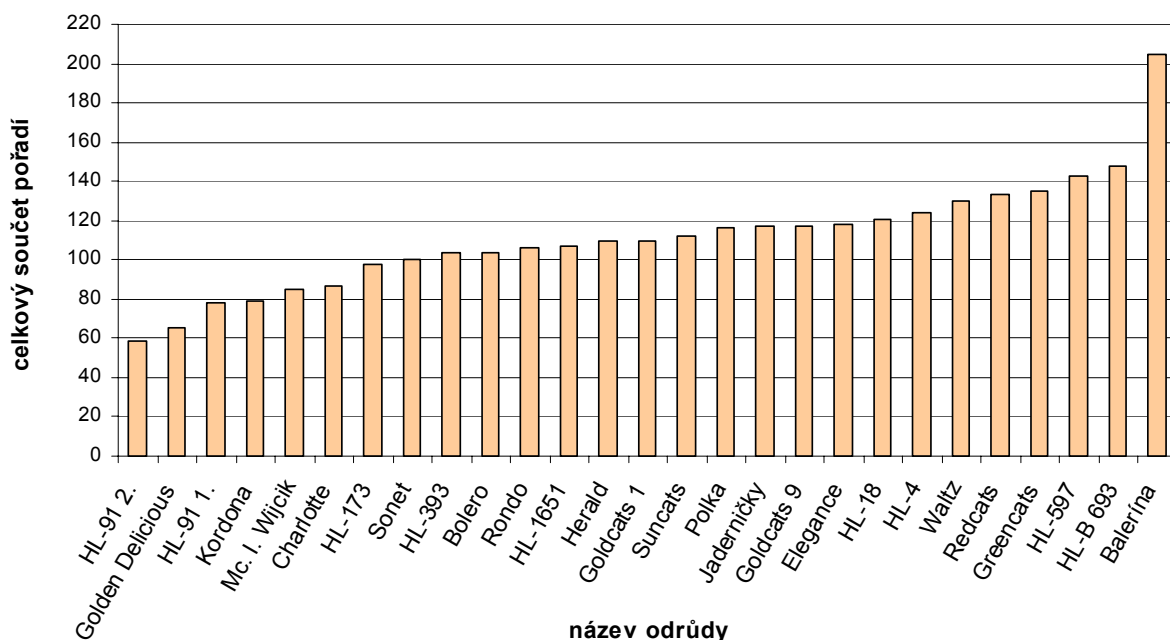
Stupnicová metoda hodnotila pomocí pětibodové ordinální stupnice hédonického typu kategorie: vzhled a vůni plodu, charakter slupky, konzistenci a šťavnatost dužiny, dále chuť podle kyselosti a sladkosti dužiny a nakonec chuť podle celkového dojmu. U jednotlivých kategorií byl vždy první stupeň definován jako nepřijatelný a pátý stupeň jako vynikající.

Cílem této senzorické analýzy bylo zjistit, jestli mezi danými vzorky existuje rozdíl a jak se jednotlivé odrůdy jablek liší v daných kategoriích.

Na základě získaných dat byly sestaveny grafy pro jednotlivé parametry. Srovnání jednotlivých vzorků a stanovení statistické významnosti rozdílů bylo provedeno pomocí Kruskal-Wallisova testu na hladině statistické významnosti  $\alpha = 0,05$ .

*Tabulka 7: Celkový přehled jednotlivých odrůd jablek a jejich umístění po zhodnocení jednotlivých parametrů (1-nejlepší, 27-nejhorší vzorek)*

<b>název odrůdy</b>	<b>vzhled</b>	<b>vůně</b>	<b>charakter slupky</b>	<b>konzistence dužiny</b>	<b>šťavnatost dužiny</b>	<b>kyselost dužiny</b>	<b>sladkost dužiny</b>	<b>celkový dojem</b>
Balerína	27	27	18	26	27	27	26	27
Bolero	18	5	1	24	25	8	11	12
Elegance	9	19	10	6	22	13	17	22
Goldcats 1	17	12	19	6	8	18	22	8
Goldcats 9	3	8	25	10	4	24	25	18
Golden Delicious	20	11	14	3	7	5	4	1
Greencats	4	21	16	14	13	21	23	23
Herald	15	18	27	1	5	19	20	5
HL-4	7	16	24	4	6	23	24	20
HL-18	6	20	6	27	21	7	8	26
HL-91 1	10	22	13	2	23	3	3	2
HL-91 2	5	15	2	15	16	1	1	4
HL-173	1	2	22	25	20	2	5	21
HL-393	13	14	5	12	11	22	21	6
HL-597	25	25	23	16	10	20	14	10
HL-B 693	8	24	11	13	15	26	27	24
HL-1651	19	17	8	21	22	4	2	14
Charlotte	2	7	9	17	12	10	19	11
Jaderničky	24	26	12	7	14	6	9	19
Kordona	14	4	4	11	9	15	15	7
Mc. I. Wijcik	22	1	15	5	1	25	13	3
Polka	11	13	7	19	17	17	16	16
Redcats	12	23	3	23	26	9	12	25
Rondo	16	9	21	20	2	16	7	15
Sonet	26	10	20	8	3	14	10	9
Suncats	21	6	17	9	24	12	6	17
Waltz	23	3	26	18	18	11	18	13



Graf 20: Přehled jednotlivých odrůd seřazených od nejlepšího vzorku po nejhorší

Jelikož bylo senzorké analýze podrobena velké množství vzorků, bylo potřeba pro demonstrování vyhodnocení dat vybrat jen určité zástupce. Jednotlivé vzorky byly vždy u každé kategorie seřazeny sestupně od vzorku nejlépe hodnoceného po vzorek nejhůře hodnocený. Pro konečné vyhodnocení dat pomocí Kruskal-Wallisova testu bylo vždy vybráno 5 vzorků tak, aby zastupovaly jednotlivé rozmezí.

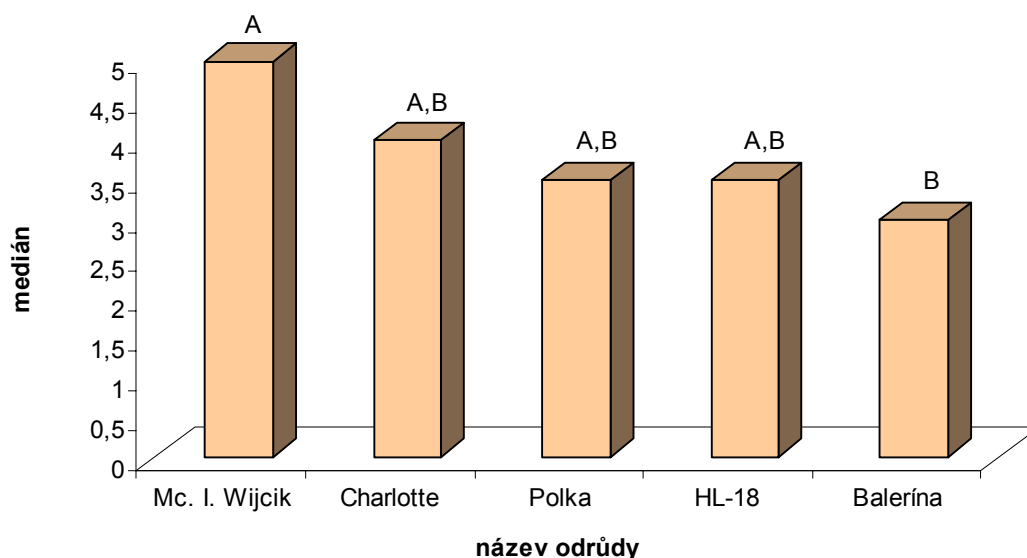
#### 4.4.1 Vzhled plodu



Graf 21: Vzhled plodu

Při hodnocení vzhledu plodu hodnotitelé nejlépe vyhodnotili odrůdu HL-173 a nejhůře Balerínu. Z přílohy 16 je patrné, že plody odrůdy Balerína byly velice malé a nepěkné. Mezi vzorky byly shledány statisticky významné rozdíly, a to mezi vzorkem Balerína se vzorky HL-173, HL-4 a Kordona. Mezi vzorky HL-173, HL-4, Kordona a Golden Delicious neexistuje statisticky významný rozdíl, nelze tedy ze statistického hlediska označit odrůdu HL-173 za nejlepší v kategorii vzhled plodu.

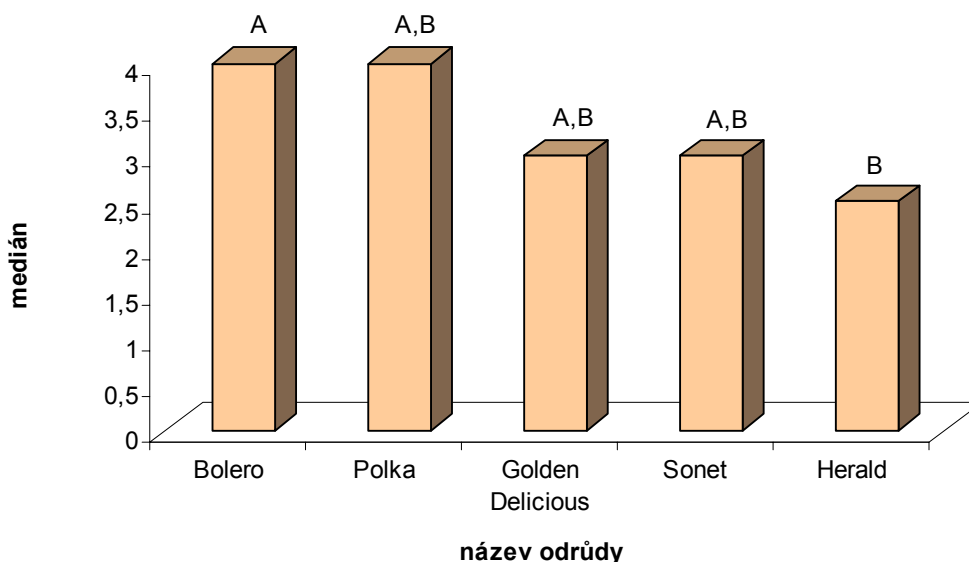
#### 4.4.2 Vůně plodu



Graf 22: Vůně plodu

Při hodnocení vůně plodu získala nejlepší hodnocení odrůda Mc. I. Wijcik. Opět nejhůře hodnocená byla odrůda Balerína. Statisticky významný rozdíl byl nalezen pouze mezi odrůdou Mc. I. Wijcik a Balerínou, jelikož tyto odrůdy zastupovaly nejlepší a nejhorší pořadí. Mezi ostatními odrůdami nebyly nalezeny statisticky významné rozdíly, můžeme tedy říci, že jednotlivé plody se vůní lišily jen nepatrně.

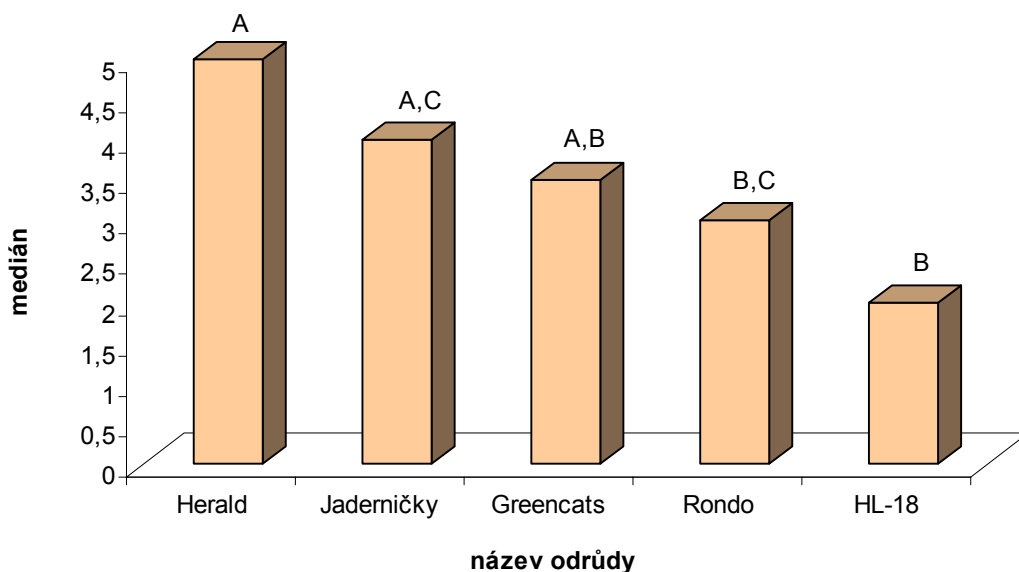
#### 4.4.3 Charakter slupky



Graf 23: Charakter slupky

Nejlépe hodnocení v kategorii charakter slupky, kde se hodnotila zejména tloušťka a pevnost získala odrůda Bolero, naopak nejhůře byla hodnocena odrůda Herald. Mezi odrůdami Bolero a Herald byl tedy nalezen statisticky významný rozdíl. Mezi vzorky Bolero, Polka, Golden Delicious a Sonet nebyl shledán statisticky významný rozdíl.

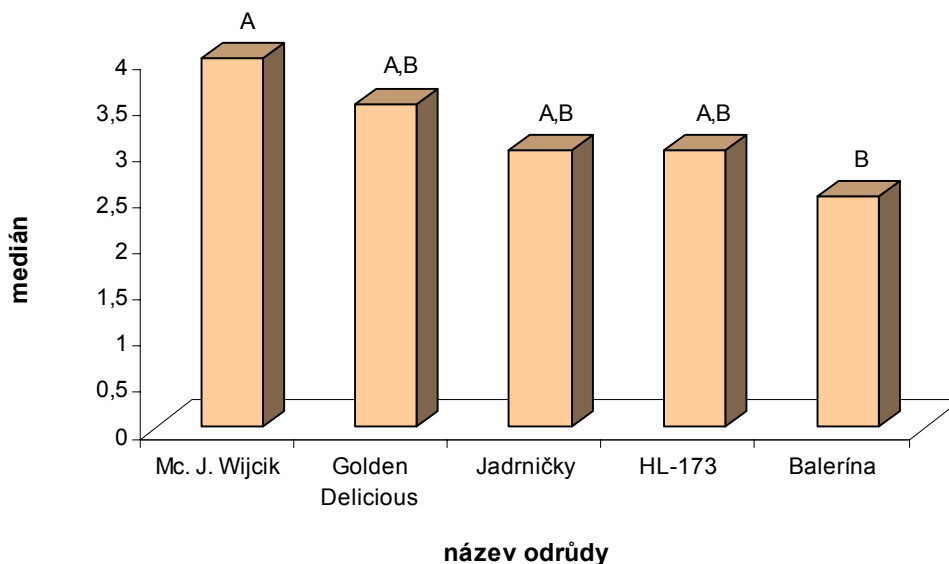
#### 4.4.4 Konzistence dužiny



Graf 24: Konzistence dužiny

Konzistence dužiny se hodnotila na základě dojmu z pevnosti, soudržnosti a zrnitosti. Nejlepší hodnocení zde získala odrůda Herald. Nejhorší konzistenci podle hodnotitelů měla odrůda HL-18. Mezi odrůdou Herald s odrůdami Rondo a HL-18 existuje statisticky významný rozdíl. Dále byl nalezen statisticky významný rozdíl mezi odrůdami Jaderničky a HL-18. Mezi odrůdami Herald, Jaderničky a Greencats nebyl shledán statisticky významný rozdíl.

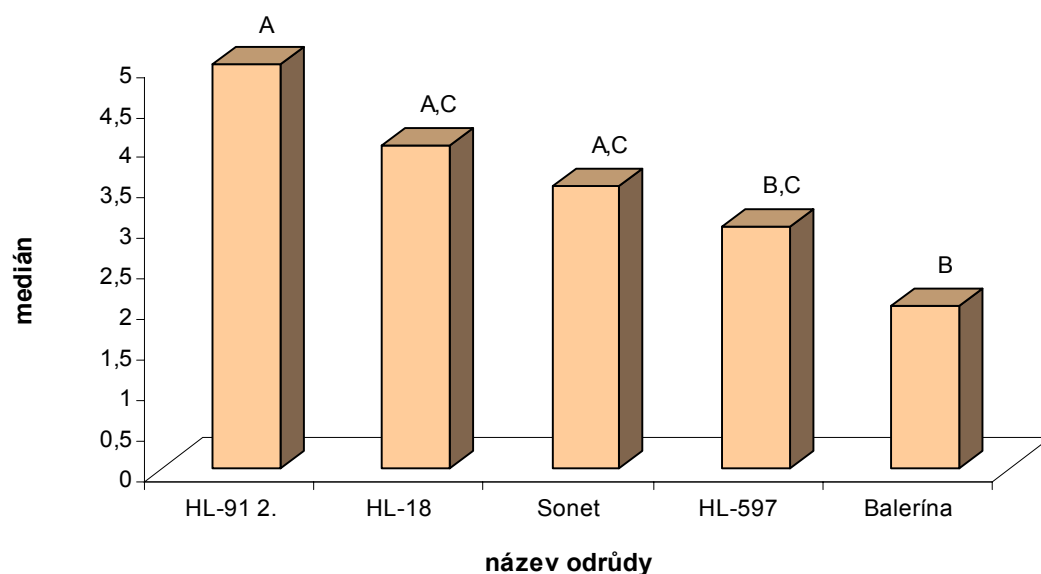
#### 4.4.5 Šťavnatost dužiny



Graf 25: Šťavnatost dužiny

Nejlepší hodnocení z hlediska šťavnatosti dužiny měla odrůda Mc. I. Wjckik, naopak nejhorší hodnocení měla opět odrůda Balerína. Mezi těmito dvěma odrůdami byl nalezen statisticky významný rozdíl. Statisticky významný rozdíl neexistuje mezi odrůdami Mc. I. Wjckik, Golden Delicious, Jaderničky a HL-173.

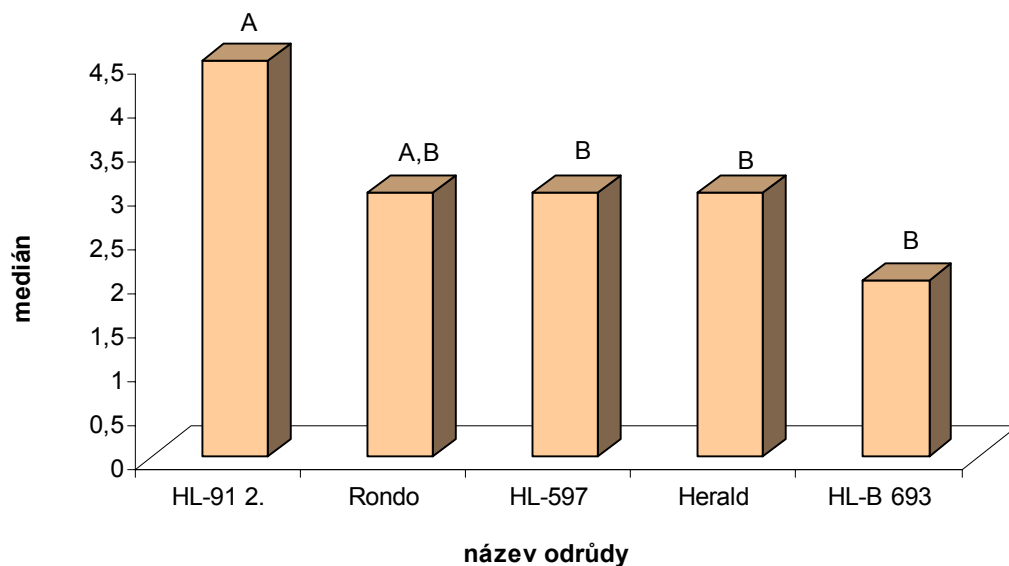
#### 4.4.6 Chut' podle kyselosti dužiny



Graf 26: Chut' podle kyselosti dužiny

V této kategorii byla nejlépe hodnocena odrůda HL-91 2. a nejhůře odrůda Balerína. Mezi těmito dvěma odrůdami byl nalezen statisticky významný rozdíl. Dále existuje statisticky významný rozdíl mezi odrůdou Balerína s odrůdami HL-18 a Sonet. Mezi odrůdami HL-18, HL-91 2. a Sonet neexistuje statisticky významný rozdíl.

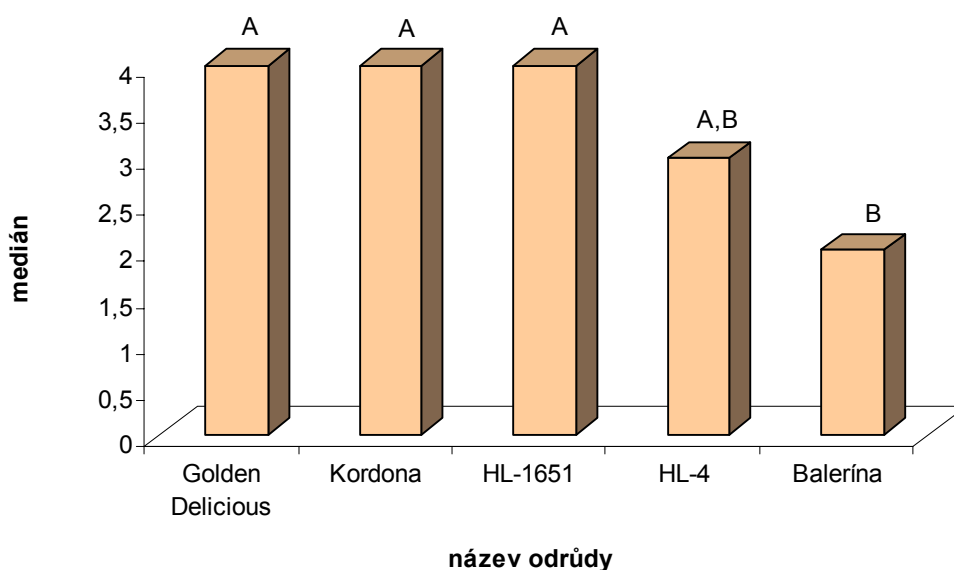
#### 4.4.7 Chut' podle sladkosti dužiny



Graf 27: Chut' podle sladkosti dužiny

Nejlepší chut' dužiny měla podle hodnotitelů odrůda HL-91 2. Naopak nejhůře byla ohodnocena odrůda HL-B 693. Statisticky významný rozdíl byl nalezen mezi odrůdou HL-91 2. s odrůdami HL-597, Herald a HL-B 693. Mezi odrůdami HL-91 2. a Rondo statisticky významný rozdíl neexistuje. Dále neexistuje statisticky významný rozdíl mezi odrůdami Rondo, HL-597, Herald a HL-B 693. Statisticky významný rozdíl existuje také mezi odrůdou HL-91 2. a HL-B 693.

#### 4.4.8 Chut' podle celkového dojmu



*Graf 28: Chut' podle celkového dojmu*

Na základě posouzení hodnotitelů byla vyhodnocena za nejlepší celkový dojem odrůda Golden Delicious. Nejhorše byla celkově hodnocena odrůda Balerína, která se vyskytovala na posledním umístění i v kategoriích vzhled, vůně, šťavnatost dužiny a chuť podle kyselosti dužiny. Statisticky významné rozdíly byly nalezeny mezi odrůdou Balerína s odrůdami Golden Delicious, Kordona a HL-1651. Statisticky významný rozdíl neexistuje mezi odrůdami Golden Delicious, Kordona, HL-1651. Dále existuje statisticky významný rozdíl mezi odrůdami Golden Delicious a Balerínou.

V konečném hodnocení získaném ze součtu jednotlivých pořadí u jednotlivých odrůd vyšla jako celkově nejlépe hodnocená odrůda HL-91 2. Naopak nejhorše hodnocenou odrůdou byla v celkovém shrnutí i ve většině kategorií Balerína (viz graf 28).

Všechny plody jabloní jsou ukázány v příloze. Jsou zde přiloženy i tabulky pro jednotlivé kategorie, kde jsou odrůdy seřazeny sestupně vždy od nejlepšího k nejhoršímu hodnocení.



## 5 ZÁVĚR

Náplní této diplomové práce bylo stanovení jednotlivých nutričních faktorů v odrůdách vybraných druhů ovoce.

Teoretická část diplomové práce obsahuje informace o jabloni (*Pirus Malus, L.*) a kdouloni obecné (*Cydonia oblonga, Mill.*). Pozornost byla věnována popisu rostlin, obsahu zdravotně prospěšných látek a jejich využití. Další kapitola byla zaměřena na vitamin C, především na jeho chemické vlastnosti, reakce, stabilitu, extrakci a stanovení pomocí metody HPLC.

Cílem experimentální části bylo porovnat 27 odrůd jablek a 16 odrůd kdoulí podle obsahu následujících nutričních faktorů: celkové a refraktometrické sušiny, titrovatelných kyselin, celkových flavonoidů, celkových polyfenolů a vitaminu C.

K analýze vitaminu C v ovoci byla použita metoda HPLC s UV-VIS detekcí při vlnové délce 254 nm. Stanovení bylo provedeno na koloně Gemini C<sub>18</sub> s rozměry 140 x 4,6 mm a s průměrem částic 5 µm. K extrakci kyseliny askorbové ze vzorku byla použita 2% kyselina monohydrogenfosforečná.

Nejvyšší obsah vitaminu C byl stanoven u plodů jabloní v odrůdě Herald (4,2 mg ve 100 g), poměrně vysoké množství bylo nalezeno také v odrůdách Greencats (3,6 mg ve 100 g) a Goldcats 1 (3,4 mg ve 100 g). Nejnižší obsah byl stanoven v odrůdě HL-18 (0,3 mg ve 100 g).

U plodů kdouloní obsahovala nejvíce vitaminu C odrůda Morava (9,1 mg ve 100 g), poměrně vysoké množství bylo stanoveno i v odrůdách Blanar (8,8 mg ve 100 g) a Buchlovice (8,0 mg ve 100 g). Nejnižší obsah byl stanoven v odrůdě Leskovačka (0,7 mg ve 100g).

Další část experimentální práce byla věnována stanovení jednotlivých nutričních faktorů ve vybraných odrůdách jablek a kdoulí. U každé odrůdy byla stanovena celková sušina, refraktometrická sušina, dále titrovatelné kyseliny, celkové flavonoidy a celkové polyfenoly.

Největší obsah celkové sušiny byl stanoven u plodů jabloní v odrůdě Suncats (18,27 %) a u plodů kdouloní v odrůdě Pinter (18,49 %). Obsah refraktometrické sušiny byl nejvyšší u jablek v odrůdě Polka (14 %) a u kdoulí v odrůdě Morava (11 %).

Největší množství titrovatelných kyselin bylo stanoveno u plodů jabloní v odrůdě Redcats (7,4 g ve 100 g) a u plodů kdouloní v odrůdě Brna (3,6 g ve 100 g).

Odrůda Goldcats 9 měla nejvyšší zastoupení jak celkových flavonoidů (13,5 mg ve 100 g), tak i celkových polyfenolů (21,5 mg ve 100 g). U plodů kdouloní byl nejvyšší obsah celkových flavonoidů stanoven v odrůdě Leskovačka (13,4 mg ve 100 g) a odrůda Úspěch obsahovala nejvíce celkových polyfenolů (18,5 mg ve 100 g).

Z hlediska celkového obsahu analyzovaných látek (vitamin C, flavonoidy a polyfenoly) můžeme u jablek vyhodnotit za nejvhodnější odrůdy Goldcats 9, Goldcats 1 a HL-4. U kdoulí jsou to pak odrůdy Morava, Triumph a Úspěch.

Součástí praktické části byla také senzorická analýza jablek. U každé odrůdy bylo hodnoceno 8 parametrů na základě kterých pak byly jednotlivé odrůdy vyhodnoceny. Celkově nejlépe s přihlédnutím na všechny kategorie byly vyhodnoceny odrůdy HL-91 2. a Golden Delicious.

## 6 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] KOHOUT, K. *Jablka*. Liberec : Státní zemědělské nakladatelství, 1960. 270 s.
- [2] HRIČOVSKÝ, I.; ŘEZNÍČEK, V.; SUS, J. *Jabloně a hrušně, kdouloně, mišpule*. Bratislava 2 : Příroda, s. r. o., 2003. 104 s. ISBN 80-07-11223-5.
- [3] *Pixeel.flog* [online]. 2006 [cit. 2011-04-14]. Květ jabloně. Dostupné z: <<http://flog.pravda.sk/pixeel.flog?foto=21984>>.
- [4] LATA, B.; TRAMPCZYNSKA, A.; PACZESNA, J. Cultivar variation in apple and whole fruit phenolic composition. *Scientia Horticulturae*. 2009, roč. 121, č. 5, s. 176-181.
- [5] GOLIÁŠ, J. *Skladování a zpracování 1 : Základy chladiřenství*. 2. vyd. Brno : MZLU Brno, 1996. 158 s. ISBN 80-7157-229-2.
- [6] *Magazín zdraví* [online]. 2009 [cit. 2011-04-14]. Jablko. Dostupné z: <<http://www.magazinzdravi.cz/jablko-20090121>>
- [7] *Flavonoidy* [online]. [cit. 2009-04-01]. Dostupné z: <<http://medicina.ronnie.cz/c-330-flavonoidy.html>>.
- [8] BLAŽEK, J. *Pěstujeme jabloně*. Praha : Brázda, 2001. 199 s. ISBN 80-209-0294-5.
- [9] BLAŽEK, J. a kol. *Ovocnářství*. Praha : Květ, 1998. 264 s. ISBN 80-85362-43-0.
- [10] *Hamé* [online]. 2006 [cit. 2011-04-14]. Produkty. Dostupné z: <<http://www.hame.cz/>>.
- [11] *Rudolf Jelínek* [online]. 2005 [cit. 2011-04-14]. Produkty. Dostupné z WWW: <[www.rjelinek.cz](http://www.rjelinek.cz)>.
- [12] *Vitaminátor* [online]. 2009 [cit. 2011-04-14]. 100% ovocná šťáva. Dostupné z: <[www.vitaminator.cz](http://www.vitaminator.cz)>
- [13] *Bioslunečnice* [online]. 2010 [cit. 2011-04-14]. Vitaminátor 100% jablko. Dostupné z WWW: <<http://www.bioslunecnice.cz/eshop/?53,vitaminator-100-jablko-5l>>.
- [14] DOLEJŠÍ, A.; KOTT, V.; ŠENK, L. *Méně známé ovoce*. Praha : Brázda, 1991. 149 s. ISBN 80-209-0188-4.
- [15] BOLLINGER, M. *Keře : Průvodce přírodou*. 2. vyd. Praha : Knižní klub, 2005. 288 s. ISBN 80-242-1364-8
- [16] VENCOVÁ, J., *Hodnocení vybraného souboru odrůd, genotypů kdouloní (Cydonia oblonga Mill.)*. Lednice : Mendlova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Zahradnická fakulta, 2006. 67 s. Vedoucí diplomové práce prof. Ing. Vojtěch Řezníček, CSc.
- [17] *Genbank.vurv* [online]. 2002 [cit. 2011-04-15]. Sborník2002. Dostupné z: <<http://genbank.vurv.cz/genetic/resources/documents/sbornik2002.pdf>>.
- [18] FORGÁCS, K.; JORDÁL, I.; KANDRA, L.; WAGNER, H.; NANASI, P. Water-soluble polysaccharides in the seeds of the quince tree (*Cydonia oblonga*). *ACH-Models in Chemistry*. 1998, roč. 135, č. 6, s. 953-959.
- [19] SILVA, B. M.; ANDRADE, P. B.; GONCALVES, A. C.; SEABRA, R. M.; OLIVEIRA, M. B.; FERREIRA, M. A. Influence of jam processing upon the content of phenolics, organic acids and free amino acids in quince fruit (*Cydonia oblonga* Miller). *European Food Research and Technology*. 2004, roč. 218, č. 4, s. 385-389.
- [20] HAMAUZU, Y.; YASUI, H.; INNO, T.; KUME, C.; OMANYUDA, M. Phenolic profile, antioxidant properte, and anti-influenza viral aktivty of Chinese quince (*Pseudocydonia senensis* Schneid.), quince (*Cydonia oblonga*) and apple (*Malus*

- domistica Mill.) fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2005, roč. 53, č. 4, s. 928-934.
- [21] *Wikipedia.org* [online]. 2011 [cit. 2011-05-03]. Kdouloň obecná. Dostupné z: <[http://cs.wikipedia.org/wiki/Kdoulo%C5%88\\_obecn%C3%A1](http://cs.wikipedia.org/wiki/Kdoulo%C5%88_obecn%C3%A1)>.
- [22] *Staré odrůdy.org* [online]. 2010 [cit. 2011-04-15]. Staré odrůdy-Kdouloně. Dostupné z WWW: <<http://www.stareodrudy.org/ovocne-stromy/kdoulone/10.html>>.
- [23] *BJ-Vitis* [online]. 2007 [cit. 2011-04-15]. Nabídka produktů. Dostupné z: <<http://www.bj-vitis.cz/katalog.php?catid=4>>.
- [24] *Oxalis* [online]. 2008 [cit. 2011-04-15]. Nabídka produktů. Dostupné z: <<http://www.oxalis.cz/>>.
- [25] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin* 2. 1. vyd. Tábor : OSSIS, 1999. 328 s. ISBN 80-902391-4-5.
- [26] PÁNEK, J; POKORNÝ, J; DOSTÁLOVÁ, J. *Základy výživy a výživová politika*. 1 vydání. Praha : Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2002. 219 s. ISBN 80-7080-468-8.
- [27] DEUTSCH, J.C. Dehydroascorbic acid. *Journal of Chromatography*. 2000, 881, č. 1-2, s. 299-307.
- [28] *Jbc.org* [online]. 2007 [cit. 2011-04-16]. Biosyntéza vitamínu C. Dostupné z: <<http://www.jbc.org/content/282/26/e99922.short&usg=ALkJrhiitFHqkqc3T1zWh9zFuq9LsJun5A>>.
- [29] MACHÁČEK, V; PANCHARTEK, J; PYTELA, O. *Organická chemie*. 3. vyd. Pardubice : Fakulta chemicko-technologická, 2005. ISBN 80-7194-763-6.
- [30] *Abeceda zdraví* [online]. 2005 [cit. 2011-04-16]. Drogy. Dostupné z: <<http://drogy.abecedazdravi.cz/jak-prestat-kourit>>.
- [31] RIZZOLO, A.; BRAMBILLA, A.; VALSECCHI, S.; ECCHER-ZERBINI, P. Evaluation of sampling and extraction procedures for the analysis of ascorbic acid from pear fruit tissue. *Food Chemistry*. 2002, roč. 77, č. 2, s. 257-262.
- [32] HERNÁNDEZ, Y; GLORIA LOBO, M; GONZÁLEZ, M. Determination of vitamin C in tropical fruits: A comparative evaluation of methods. *Food Chemistry*. 2006, roč. 96, č. 4, s. 654-664.
- [33] BURINI, G. Development of a quantitative method for the analysis of total L-ascorbic acid in foods by high-performance liquid chromatography : *Journal of Chromatography*. *Journal of Chromatography*. 2007, roč. 1154, č. 1-2, s. 97-102.
- [34] ŠTULÍK, Karel. *Analytické separační metody*. 1. vyd. Praha 1: Karolinum, 2004. 264 s. ISBN 80-246-0852-9.
- [35] VOLKA, Karel. *Analytická chemie II*. Praha 1: Nakladatelství technické literatury, 1995. 236 s. ISBN 80-7080-227-8.
- [36] COUFAL, P. *High Performance Liquid Chromatography* [online]. 2004 [cit. 2011-04-16]. Dostupné z: <<http://web.natur.cuni.cz/~pcoufal/hplc.html>>.
- [37] CHURÁČEK, Jaroslav. *Nové trendy v teorii a instrumentaci vybraných analytických metod*. 1. vyd. Praha 1: Academia, 1993. 387 s. ISBN 80-200-0010-0.
- [38] KLOUDA, Pavel. *Moderní analytické metody*. 2. vyd. Ostrava: Pavel Klouda, 2003. 132 s. ISBN 80-86369-07-2.
- [39] VOLKA, Karel. *Analytická chemie II*. Praha 1: Nakladatelství technické literatury, 1995. 236 s. ISBN 80-7080-227-8.

- [40] NOVÁKOVÁ, L; SOLICH, P; SOLICHOVÁ, D. HPLC methods for simultaneous determination of ascorbic and dehydroascorbic acids. *Trends in Analytical Chemistry*. 2008, roč. 27, č. 10, s. 942-958.
- [41] HRSTKA, Miroslav; VESPALCOVÁ, Milena. *Praktikum z analytické chemie potravin*. Brno, 2006. 58 s. VUT, Fakulta chemická.
- [42] MATĚJKOVÁ, Markéta. *Změny obsahu aktivních látek v plodech jablek a hrušek v průběhu uchování*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická., 2009. 67 s. Vedoucí bakalářské práce do. RNDr. Ivana Márová, CSc.
- [43] VELÍŠEK, Jan. *Chemie potravin* 3. 1. vyd. Tábor: OSSIS, 1999. 368 s. ISBN 80-902391-5-3.
- [44] FANG, F. et al. Determination of red wine flavonoids by HPLC and effect of aging. *Analytical, Nutritional and Clinical methods*. 2007, vol. 101, s. 428-433.
- [45] KARAKAYA, Sibel., NEHIR EL, Sedef. Quercetin, luteolin, apigenin and keampferol contents of some foods. *Food Chemistry*. 1999, vol. 66, s. 289-292.
- [46] *Phytochemicals : Flavonoids* [online]. [cit. 2009-03-22]. Dostupné z: <<http://www.phytochemicals.info/phytochemicals/flavonoids.php>>.
- [47] *Senzorická analýza* [online]. 1998 [cit. 2011-05-03]. Senzorická analýza. Dostupné z: <<http://web.vscht.cz/kohoutkj/Senzorick%E1%20anal%FDza.htm>>.
- [48] HONGBIN, Z; WANG, Y; YUXUAN, L; YALIN, X; TRIAN T. Analysis of Flavonoids in Portulaca oleracea L. by UV-Vis Spectrophotometry with Comparative Study on Different Extraction Technologies. *Food Analysis method* . 2009, 10, s. 90-97.
- [49] SINGLETON, V.L; ORTHOFER, R; LAMUELA-RAVENTÓS, R.M. Analysis of Total Phenols and Other Oxidation Substrates and Antioxidants by Means of Folin-Ciocalteu Reagent. *Methods in Enzymology*. 1974, 25, s. 152-178.
- [50] *Sieberz s.r.o.* [online]. 2010 [cit. 2011-05-06]. Polka. Dostupné z: <<http://www.sieberz.cz/Polka-Jablka--201c1d48350.html>>.
- [51] *Jabloňe* [online]. 2008 [cit. 2011-05-07]. Odrůdy jabloní. Dostupné z: <<http://www.premyslpisar.cz/rokdownloads/dokumenty-ke-stazeni/ovoce-podzim-2010/jablone-sloup.pdf>>.
- [52] *Zahrada.isgreat.org* [online]. 2010 [cit. 2011-05-06]. Pěstujeme ovoce. Dostupné z: <<http://zahrada.isgreat.org/pestovani-jablони/goldcats>>.
- [53] *Zahrada.isgreat.org* [online]. 2010 [cit. 2011-05-06]. Pěstujeme ovoce. Dostupné z: <<http://zahrada.isgreat.org/pestovani-jablони/greencats>>.
- [54] *Staré odrůdy* [online]. [cit. 2011-05-07]. Jabloně. Dostupné z: <<http://www.stareodrudy.org/ovocny-strom/jadernicka-moravska/8.html>>.
- [55] *Sempre.cz* [online]. [cit. 2011-05-07]. Popisy odrůd jabloní. Dostupné z: <<http://www.sempra.cz/odrudy/ovoce/popisy/jablone.htm>>.
- [56] *Staré odrůdy* [online]. [cit. 2011-05-07]. Jabloně. Dostupné z: <<http://www.stareodrudy.org/ovocny-strom/sloupovita-jablon-redcats/196.html>>.
- [57] *Fytos.cz* [online]. [cit. 2011-05-07]. Popisy odrůd jabloní. Dostupné z: <<http://www.fytos.cz/cz/files/CLANEK13.pdf>>.
- [58] *Zahrada.isgreat.org* [online]. 2010 [cit. 2011-05-06]. Pěstujeme ovoce. Dostupné z: <<http://zahrada.isgreat.org/pestovani-jablони/suncats>>.

## 7 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

AA	(ascorbic acid) – askorbová kyselina
ADP	(adenosine diphosphate) – adenosindifosfát
AAPH	2,2'-azobis(2-amidinopropan)dihydrochlorid
ATP	(adenosine triphosphate) – adenosintrifosfát
DHAA	(dehydroascorbic acid) – dehydroaskorbová kyselina
DTT	dithiothreitol
ECD	(electrochemical detektor) – elektrochemický detektor
EDTA	(ethylenediaminetetraacetic acid) – ethylendiamintetraoctová kyselina
HILIC	(hydrophobic interaction liquid chromatography) – kapalinová chromatografie založena na hydrofilních interakcích
HPLC	(high performance liquid chromatography) – vysokoúčinná kapalinová chromatografie
MF	(mobile phase) – mobilní fáze
NPC	(normal-phase chromatography) – chromatografie s normální fází
PS/DVB	polystyren-divinylbenzen
RPC	(reversed-phase chromatography) – chromatografie s reverzní fází
RP-HPLC	(reverse phase-high performance liquid chromatography) – vysokoúčinná kapalinová chromatografie s reverzními fázemi
RSD	(relative standard deviation) – relativní směrodatná odchylka
TCPE	<i>tris</i> (2-carboxyethyl)phosphine
UV	(ultraviolet) – ultrafialový
UV/VIS	(ultraviolet-visible) – utraviditelný

## 8 SEZNAM PŘÍLOH

*Příloha 1: Obsah sušiny v jednotlivých odrůdách jablek seřazených dle velikosti*

*Příloha 2: Obsah sušiny v jednotlivých odrůdách kdoulí seřazených dle velikosti*

*Příloha 3: Obsah refraktometrické sušiny v jednotlivých odrůdách jablek seřazených dle velikosti*

*Příloha 4: Obsah refraktometrické sušiny v jednotlivých odrůdách kdoulí seřazených dle velikosti*

*Příloha 5: Obsah titrovatelných kyselin v jednotlivých odrůdách jablek seřazených dle velikosti*

*Příloha 6: Obsah titrovatelných kyselin v jednotlivých odrůdách kdoulí seřazených dle velikosti*

*Příloha 7: Obsah celkových flavonoidů v jednotlivých odrůdách jablek seřazených dle velikosti*

*Příloha 8: Obsah celkových flavonoidů v jednotlivých odrůdách kdoulí seřazených dle velikosti*

*Příloha 9: Obsah celkových polyfenolů v jednotlivých odrůdách jablek seřazených dle velikosti*

*Příloha 10: Obsah celkových polyfenolů v jednotlivých odrůdách kdoulí seřazených dle velikosti*

*Příloha 11: Obsah vitamínu C v jednotlivých odrůdách jablek seřazených dle velikosti*

*Příloha 12: Obsah vitamínu C v jednotlivých odrůdách kdoulí seřazených dle velikosti*

*Příloha 13: Vzorky analyzovaných plodů jabloní*

*Příloha 14: Vzorky analyzovaných plodů kdouloní*

*Příloha 15: Dotazník pro senzorické hodnocení jablek*

*Příloha 16: Senzorická analýza jablek*

*Příloha 17: Senzorická analýza jablek*

*Příloha 1: Obsah sušiny v jednotlivých odrůdách jablek seřazených dle velikosti*

název odrůdy	množství sušiny (hmotnostní %)				
	vzorek 1	vzorek 2	vzorek 3	průměr	RSD (%)
Suncats	17,65	18,05	19,11	18,27	4,72
Golden Delicious	17,50	19,43	17,42	18,12	0,42
Elegance	17,06	16,70	19,34	17,70	0,44
HL-91 2.	17,08	15,80	16,12	16,33	0,78
Herald	17,30	16,42	14,14	15,95	2,00
Mc. I. Wijcik	16,07	16,59	15,03	15,90	8,42
Goldcats 1	16,94	14,71	15,82	15,82	0,20
Bolero	15,63	15,16	16,64	15,81	1,10
HL-597	15,56	16,31	15,02	15,63	0,42
Balerína	15,43	15,81	15,04	15,43	0,63
Goldcats 9	15,64	14,20	15,99	15,28	0,92
Waltz	14,52	15,05	15,37	14,98	1,34
HL-1651	14,18	13,90	15,72	14,60	4,06
Sonet	14,99	14,88	13,85	14,58	1,31
HL-91 1.	13,89	14,64	15,18	14,57	1,34
Polka	14,95	14,61	13,69	14,42	4,74
Rondo	15,85	13,40	13,73	14,33	4,25
HL-B 693	13,69	13,66	14,42	13,92	2,03
Greencats	14,01	14,58	13,14	13,91	2,19
HL-173	14,39	13,66	13,39	13,81	1,69
Jaderničky	12,51	12,42	12,60	12,51	3,27
Redcats	10,52	11,82	11,13	11,16	2,68
HL-393	14,74	13,13	11,92	11,14	2,88
HL-4	11,92	11,05	10,72	10,92	1,55
Kordona	10,88	10,47	11,01	10,79	7,96

*Příloha 2: Obsah sušiny v jednotlivých odrůdách kdoulí seřazených dle velikosti*

název odrůdy	množství sušiny (hmotnostní %)				
	vzorek 1	vzorek 2	vzorek 3	průměr	RSD (%)
Pinter	19,29	17,49	18,69	18,49	0,58
Ukrajina	15,38	17,96	19,96	17,77	0,63
Morava	16,28	17,67	18,46	17,47	0,94
Úspěch	17,89	18,79	15,22	17,30	0,68
Ironda	16,93	17,67	16,34	16,98	1,85
Blanar	16,58	16,10	17,03	16,57	0,75
Brna	17,21	16,68	14,85	16,25	0,61
Leskovačka	15,24	15,52	16,49	15,75	1,96
Triumph	15,13	16,57	15,53	15,74	0,81
Buchlovice	14,17	14,54	15,40	14,70	0,97
BO-3	12,37	17,06	14,51	14,65	1,01
Jurák	14,21	14,63	14,45	14,43	2,13
Bereckého	13,80	14,66	14,62	14,36	2,13
Mir	14,09	13,87	13,52	13,83	1,84
Izobilnaja	12,90	14,60	13,93	13,81	4,60
Pražská	12,55	12,51	13,33	12,80	8,33



*Příloha 3: Obsah refraktometrické sušiny v jednotlivých odrůdách jablek seřazených dle velikosti*

<b>název odrůdy</b>	<b>odečtená hodnota</b>	<b>[%]</b>
Polka	1,354	14,0
HL-597	1,351	12,0
Mc. I. Wjczik	1,350	11,5
Sonet	1,349	10,1
HL-173	1,348	10,0
HL-91 2.	1,348	10,0
Goldcats 9	1,347	9,5
Redcats	1,347	9,5
Elegance	1,347	9,5
Greencats	1,347	9,5
Kordona	1,346	9,0
HL-1651	1,346	9,0
HL-B 693	1,345	8,0
Rondo	1,345	8,0
Goldcats 1	1,345	8,0
Jaderničky	1,343	7,0
Golden Delicious	1,344	7,0
HL-91 1.	1,343	6,5
Waltz	1,343	6,5
Herald	1,342	6,0
HL-393	1,342	6,0
Balerína	1,340	5,0
Suncats	1,340	5,0
Bolero	1,339	4,5
HL-4	1,336	2,0

*Příloha 4: Obsah refraktometrické sušiny v jednotlivých odrůdách kdoulí seřazených dle velikosti*

<b>název odrůdy</b>	<b>hodnota</b>	<b>[%]</b>
Morava	1,349	11,0
Leskovačka	1,347	9,5
Ukrajina	1,347	9,5
Brna	1,346	9,0
Triumph	1,346	9,0
Izobilnaja	1,345	8,0
Blanar	1,345	8,0
Ironda	1,345	8,0
Úspěch	1,345	8,0
Bereckého	1,344	7,0
Buchlovice	1,344	7,0
Jurák	1,344	7,0
Pražská	1,343	6,5
Mir	1,343	6,5
Pinter	1,343	6,5
BO-3	1,341	5,5

*Příloha 5: Obsah titrovatelných kyselin v jednotlivých odrůdách jablek seřazených dle velikosti*

název odrůdy	množství titrovatelných kyselin (g ve 100 g)				
	vzorek 1	vzorek 2	vzorek 3	průměr	RSD (%)
Redcats	6,93	7,63	7,70	7,42	4,72
Polka	6,71	6,67	6,64	6,67	0,42
Kordona	6,67	6,60	6,63	6,63	0,44
HL-4	6,18	6,07	6,11	6,12	0,78
Goldcats 9	4,79	4,84	5,02	4,88	2,00
Mc. I. Wjczik	5,34	4,36	4,74	4,81	8,42
HL-1651	3,88	3,88	3,87	3,88	0,20
HL-393	3,58	3,49	3,51	3,53	1,10
HL-173	3,50	3,48	3,52	3,50	0,42
Suncats	3,47	3,48	3,43	3,46	0,63
Herald	3,33	3,36	3,41	3,37	0,92
Bolero	3,30	3,20	3,24	3,25	1,34
Greencats	2,99	3,13	2,83	3,02	4,06
HL-597	2,38	2,42	2,46	2,42	1,31
Goldcats 1	2,30	2,34	2,37	2,34	1,34
Sonet	1,87	2,08	2,07	2,01	4,74
Waltz	1,48	1,64	1,56	1,56	4,25
Elegance	1,44	1,47	1,40	1,44	2,03
Golden Delicious	1,35	1,42	1,38	1,39	2,19
Rondo	1,27	1,23	1,28	1,26	1,69
Balerína	1,24	1,21	1,14	1,20	3,27
HL-91 2.	1,08	1,13	1,16	1,12	2,68
Jaderničky	0,86	0,84	0,90	0,87	2,88
HL-91 1.	0,70	0,72	0,69	0,70	1,55
HL-B 693	0,15	0,17	0,16	0,16	5,10

*Příloha 6: Obsah titrovatelných kyselin v jednotlivých odrůdách kdoulí seřazených dle velikosti*

název odrůdy	množství titrovatelných kyselin (g ve 100 g)				
	vzorek 1	vzorek 2	vzorek 3	průměr	RSD (%)
Brna	3,64	3,62	3,67	3,64	0,58
Úspěch	1,76	1,79	1,78	1,78	0,63
Izobilnaja	1,54	1,53	1,56	1,54	0,94
Morava	1,49	1,50	1,51	1,50	0,68
Mir	1,18	1,19	1,23	1,20	1,85
Buchlovice	1,20	1,18	1,19	1,19	0,75
Leskovačka	1,15	1,14	1,13	1,14	0,61
Pražská	1,02	0,99	1,04	1,02	1,96
Ironda	0,94	0,92	0,93	0,93	0,81
Blanar	0,92	0,94	0,91	0,92	0,97
Ukrajina	0,84	0,86	0,85	0,85	1,01
Triumph	0,60	0,62	0,64	0,62	2,13
Bereckého	0,50	0,51	0,53	0,51	2,13
Pinter	0,37	0,36	0,38	0,37	1,84
Jurák	0,30	0,28	0,27	0,28	4,60
BO-3	0,12	0,11	0,10	0,11	8,33

*Příloha 7: Obsah celkových flavonoidů v jednotlivých odrůdách jablek seřazený dle velikosti*

název odrůdy	celkové flavonoidy (mg ve 100 g)				
	vzorek 1	vzorek 2	vzorek 3	průměr	RSD (%)
Goldcats 9	14,26	13,61	12,71	13,53	4,69
Goldcats 1	8,16	6,73	7,40	7,43	7,84
HL-91 2.	7,49	6,67	8,12	7,42	7,98
HL-4	6,02	7,41	6,43	6,62	8,82
Elegance	4,50	4,57	4,50	4,52	0,72
Redcats	4,32	4,21	4,41	4,32	1,84
HL-173	3,96	4,24	4,11	4,10	2,80
Suncats	3,94	4,23	4,11	4,09	2,91
HL-91 1.	3,49	4,18	3,78	3,82	7,49
HL-597	3,95	3,39	3,87	3,74	6,53
Waltz	3,59	3,53	3,49	3,53	1,18
HL-1651	2,84	2,88	3,01	2,91	2,49
Mc. I. Wijcik	2,76	2,92	2,62	2,77	4,38
HL- B 693	2,56	2,73	2,76	2,68	3,38
HL-393	2,69	2,55	2,28	2,50	6,75
Kordona	2,43	2,18	2,32	2,31	4,52
Balerína	1,80	1,73	1,86	1,80	2,83
Herald	1,78	1,84	1,69	1,77	3,44
Greencats	1,57	1,81	1,71	1,70	5,72
Golden Delicious	1,51	1,47	1,55	1,51	2,23
Polka	1,15	1,21	1,32	1,23	5,82
Sonet	1,07	1,08	1,09	1,08	0,75
Rondo	1,05	1,09	1,04	1,06	1,80
Jaderničky	1,00	0,98	1,01	1,00	1,26
Bolero	0,31	0,36	0,38	0,35	8,23

*Příloha 8: Obsah celkových flavonoidů v jednotlivých odrůdách kdoulí seřazených dle velikosti*

název odrůdy	celkové flavonoidy (mg ve 100 g)				
	vzorek 1	vzorek 2	vzorek 3	průměr	RSD (%)
Leskovačka	14,24	13,12	12,87	13,41	4,44
Morava	11,18	9,53	10,83	10,52	6,75
Ukrajina	8,69	8,27	8,47	8,48	2,00
Úspěch	8,69	8,14	8,24	8,36	2,85
Brna	7,87	7,92	7,38	7,72	3,16
Triumph	6,58	6,33	6,49	6,46	1,58
Buchlovice	5,24	5,24	5,50	5,33	2,38
Ironda	4,65	5,03	4,95	4,88	3,35
Pinter	3,73	3,68	3,61	3,67	1,39
Bereckého	3,37	3,58	3,64	3,53	3,30
Izobilnaja	3,00	3,16	3,42	3,19	5,32
Jurák	2,65	2,66	2,87	2,72	3,73
Mír	2,57	2,56	2,58	2,57	0,38
Pražská	2,42	2,33	2,46	2,40	2,31
Blanar	2,31	2,31	2,27	2,30	0,87
BO-3	0,69	0,71	0,70	0,70	1,33

*Příloha 9: Obsah celkových polyfenolů v jednotlivých odrůdách jablek seřazených dle velikosti*

název odrůdy	celkové polyfenoly (mg ve 100 g)				
	vzorek 1	vzorek 2	vzorek 3	průměr	RSD (%)
Goldcats 9	21,16	21,86	21,46	21,49	1,34
Goldcats 1	11,37	11,46	12,42	11,75	4,04
HL-4	10,96	9,75	11,62	10,78	7,17
Golden Delicious	10,51	9,95	9,53	10,00	4,02
Waltz	9,00	10,35	9,51	9,62	5,76
Redcats	8,95	9,19	9,17	9,10	1,21
HL-393	8,52	7,29	8,76	8,19	7,90
HL-1651	8,01	7,23	8,56	7,93	6,85
Mc. I. Wijcik	7,06	8,28	7,11	7,48	7,53
Suncats	7,08	7,86	7,19	7,38	4,72
HL-91 1.	6,54	7,26	7,29	7,03	4,92
HL-91 2.	6,58	6,85	7,61	7,02	6,21
Kordona	6,26	7,08	6,63	6,66	5,04
HL-597	7,11	5,88	5,64	6,21	10,33
Herald	5,12	5,30	5,72	5,38	4,67
Balerína	4,81	5,69	5,17	5,22	6,89
Greencats	5,17	5,17	5,27	5,20	0,86
Polka	2,85	2,91	3,18	2,98	4,92
Rondo	2,74	2,80	3,21	2,92	7,15
Jaderničky	2,24	2,20	2,23	2,22	0,79
Bolero	1,81	1,77	1,77	1,78	0,96
Elegance	0,23	0,20	0,22	0,22	5,98
HL-173	0,16	0,17	0,16	0,16	3,03
HL-B 693	0,09	0,08	0,10	0,09	9,62
Sonet	0,07	0,08	0,09	0,08	8,55

*Příloha 10: Obsah celkových polyfenolů stanovených v jednotlivých odrůdách kdoulí seřazených dle velikosti*

název odrůdy	celkové polyfenoly (mg ve 100 g)				
	vzorek 1	vzorek 2	vzorek 3	průměr	RSD (%)
Úspěch	19,41	18,48	17,59	18,50	4,02
Brna	19,13	16,42	18,94	18,16	6,80
Ironda	15,34	16,61	17,23	16,39	4,79
Leskovačka	16,54	16,09	14,89	15,84	4,40
Ukrajina	13,42	13,43	12,28	13,04	4,15
Morava	11,90	12,50	11,01	11,80	5,20
Triumph	9,64	11,02	9,39	10,02	7,14
Izobilnaja	9,28	10,54	9,93	9,92	5,17
Buchlovice	8,19	7,47	8,61	8,09	5,80
Pinter	7,39	7,24	7,33	7,32	0,88
Mir	6,30	6,62	6,55	6,49	2,11
Pražská	6,19	6,96	6,13	6,43	5,88
Bereckého	5,81	5,60	6,60	6,00	7,19
Jurák	5,91	5,73	5,69	5,78	1,66
Blanar	5,52	4,94	5,70	5,39	6,02
BO-3	2,06	2,08	1,79	1,98	6,62

*Příloha 11: Obsah vitaminu C v jednotlivých odrůdách jablek seřazených dle velikosti*

název odrůdy	obsah vitaminu C (mg ve 100 g)				
	vzorek 1	vzorek 2	vzorek 3	průměr	RSD (%)
Herald	3,83	4,70	4,16	4,23	8,48
Greencats	2,40	2,98	3,52	3,57	13,99
Goldcats 1	3,29	3,94	2,98	3,40	11,75
HL-393	2,36	2,86	2,87	2,70	8,83
HL-597	1,87	2,58	2,29	2,25	12,97
Bolero	1,62	1,98	1,65	1,85	13,94
Golden Delicious	1,56	1,98	1,66	1,73	10,33
HL-B 693	1,43	1,78	1,89	1,70	11,54
Rondo	1,52	1,68	1,81	1,67	7,10
Mc. I. Wijcik	1,57	1,59	1,59	1,58	0,60
Polka	1,39	1,47	1,72	1,53	9,21
Elegance	1,36	1,46	1,42	1,41	2,91
HL-91 1.	1,41	1,22	1,64	1,42	12,06
HL-91 2.	1,36	1,51	1,31	1,39	6,10
Waltz	1,27	1,44	1,21	1,31	7,45
HL-173	1,40	1,10	1,24	1,25	9,83
HL-4	1,07	1,34	1,19	1,20	9,20
Kordona	1,35	1,21	1,05	1,22	8,73
Goldcats 9	1,42	1,01	1,06	1,16	15,70
Balerína	1,21	1,14	0,89	1,08	12,72
Sonet	0,95	1,20	1,05	1,07	9,63
Jaderničky	1,00	1,10	1,02	1,04	4,15
HL-1651	1,07	0,97	1,04	1,03	4,08
Redcats	0,95	0,89	1,21	1,02	13,66
Suncats	0,87	1,14	0,93	0,98	11,81
Charlotte	0,56	0,74	0,67	0,66	11,28
HL-18	0,37	0,29	0,34	0,33	9,90



*Příloha 12: Obsah vitamínu C v jednotlivých odrůdách jablek seřazených dle velikosti*

název odrůdy	obsah vitamínu C (mg ve 100 g)				
	vzorek 1	vzorek 2	vzorek 3	průměr	RSD (%)
Morava	10,90	8,30	8,25	9,15	13,53
Blanar	7,18	9,34	9,87	8,80	13,23
Buchlovice	6,61	8,74	8,76	8,04	12,55
Bereckého	8,55	6,45	7,75	7,58	11,41
Triumph	7,51	7,18	6,32	7,00	7,16
Úspěch	3,94	5,05	5,51	4,83	13,63
Ironda	4,60	3,70	3,71	4,00	10,54
Brna	4,40	3,41	3,67	3,83	10,95
Pinter	3,47	3,98	3,14	3,53	9,79
Pražská	2,15	2,61	3,16	2,64	15,64
Ukrajina	2,99	2,13	2,49	2,54	10,70
Izobilnaja	2,04	2,18	2,40	2,21	6,71
Mir	1,85	2,29	1,98	2,04	9,05
Jurák	1,52	1,47	1,27	1,42	7,61
BO-3	0,92	0,81	0,66	0,80	13,38
Leskovačka	0,74	0,75	0,65	0,71	6,30

*Příloha 13: Vzorky analyzovaných plodů jabloní*



**Balerína**

Tato odrůda má velmi malé podmínky na stanoviště a vytváří okrasný strom. Roste ve tvaru sloupku pouze do šířky 30 cm. Plody jsou křupavé a sladké. Jablka jsou aromatická a chutná. [50]



**Bolero**

Plody jsou žlutozelené, křupavé, pevné a šťavnaté. Dozrává od počátku září. Jablka jsou aromatická a chutná. [51]



**Elegance**

Plody této odrůdy jsou středně velké. Plody mají červené zabarvení.



**Goldcats 1**

Odrůda Goldcats je rezistentní vůči strupovitosti a není citlivá na Padlí jabloně. Plody zrají na konci září. Plody jsou sladké s výraznou kyselinkou. [52]



### **Goldcats 9**

Odrůda Goldcats je rezistentní vůči strupovitosti a není citlivá na Padlí jabloně. Plody zrají na konci září. Plody jsou sladké s výraznou kyselinkou. [52]



### **Golden Delicious**

Plody této odrůdy jsou středně velké, kuželovitého tvaru. Barva plodů je zelenožlutá, později žlutá bez krycího zbarvení. Tato odrůda je chutná, ale musí být ošetřována proti strupovitosti. [2]



### **Greencats**

Tato odrůda není náročná na klimatické podmínky a není citlivá na plísnivé choroby (padlí, strupovitost). Plody dozrávají začátkem září a jsou velmi sladké, šťavnaté a aromatické. [53]



### **Herald**

Plody této odrůdy jsou středně velké až velké. Plody mají žlutozelené zbarvení s mírným růžovočerveným zbarvením. Plody jsou šťavnaté s jemnou dužinou.



#### **HL-4**

Jedná se o vyšlechtěnou odrůdu. Plody jsou středně velké až velké kulovitěho tvaru. Mají zelenožluté zbarvení společně s jemně červeným zbarvením.



#### **HL-18**

Jedná se o vyšlechtěnou odrůdu. Plody jsou středně velké až velké, šťavnaté s červeným zbarvením.



#### **HL-91**

Jedná se o vyšlechtěnou odrůdu. Plody jsou středně velké až velké. Plody jsou zelenožluté s červeným zbarvením. Plody jsou šťavnaté se středně tenkou slupkou.



#### **HL-173**

Jedná se o vyšlechtěnou odrůdu. Plody jsou středně velké až velké. Barva plodu je zelenožlutá s červeným zbarvením.



#### **HL-393**

Jedná se o vyšlechtěnou odrůdu. Plod je malý až středně velký, tvar kuželovitý. Základní barva slupky zelenožlutá, krycí barva růžovočervená, rozmytá přes polovinu plodu. Slupka středně tlustá až tlustá, na povrchu hladká a nerovná.



#### **HL-597**

Jedná se o vyšlechtěnou odrůdu. Plod je malý až středně velký. Základní barva slupky zelenožlutá, krycí barva růžovočervená. Slupka je středně tlustá a nerovná.



#### **HL-B 693**

Jedná se o vyšlechtěnou odrůdu. Plod je malý až středně velký. Základní barva slupky žlutozelená, krycí barva růžovočervená.



#### **HL-1651**

Jedná se o vyšlechtěnou odrůdu. Plod je malý až středně velký. Základní barva slupky zelenožlutá, krycí barva růžovočervená.



### **Charlotte**

Konzumní zralost této odrůdy je září až říjen. Plody jsou velké, červenozeleně zbarvené. Mají šťavnatou, křupavou a aromatickou chuť. [51]



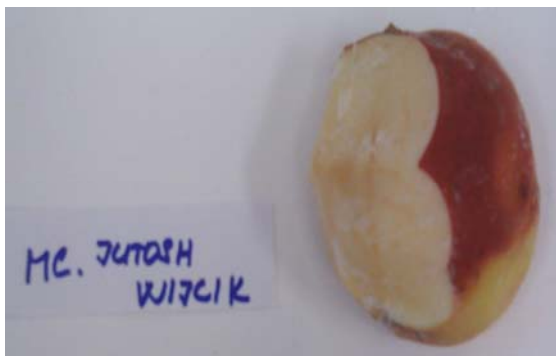
### **Jaderničky**

Podzimní až zimní odrůda, která se pěstuje hlavně na Moravě a Slezsku. Plody jsou středně velké tvaru kuželovitěho. Má žluté velmi dobré šťavnaté plody s příjemně kořenitou vůní. [54]



### **Kordona**

Jedná se o zimní odrůdu., která je odolná vůči strupovitosti. Sklízí se začátkem října a konzumní zralost je od prosince. Plody jsou malé až středně velké s kulovitě kuželovitým tvarem. Základní barva slupky je zelenožlutá, krycí barva je červená. Slupka je středně tlustá a na povrchu hladká. Plody jsou šťavnaté. [55]



### **Mc. I. Wiczik**

Plody jsou středně velké. Barva slupky je zelenožlutá, krycí barva je růžovočervená. Plody jsou šťavnaté s aromatickou vůní. [2]





### **Polka**

Sklízí se koncem září a je odolná vůči strupovitosti. Plody jsou žlutozelené středně velké s pevnou a šťavnatou dužinou. [51]



### **Redcats**

Jedná se o zimní odrůdu, která je odolná vůči nemocem. Plody jsou červeně zbarvené. Mají velmi dobrou, sladkou chuť s výraznou kyselinkou. Zraje od října. [56]



### **Rondo**

Odrůda je rezistentní vůči strupovitosti a padlí. Plody jsou střední až velké, zelenožluté, ze dvou třetin jsou překryté červení se žíháním. Slupka je středně tlustá a hladká. Dužina je středně pevná, křehká, šťavnatá a navinule sladká. Plody se sklízí koncem září. [57]



### **Sonet**

Jedná se o zimní odrůdu, která je rezistentní ke strupovitosti. Plody jsou střední až velké, ploše kulovité a zelenožluté. Slupka je tenká a na povrchu hladká. Zraje počátkem října. [57]



### **Suncats**

Odrůda není náročná na klimatické podmínky a není citlivá na plísňové choroby. Plody dozrávají na konci srpna a s chutí mírné kyselinky. [58]



### **Waltz**

Červené plody jsou sladké a šťavnaté. Jablka se sklízí na konci září. [51]





#### **Bereckého**

Tvar plodu je vysoce kulovitý až hruškovitý s vystoupilými žebry. Slupka je žlutá, matná a mírně plstnatá. Dužina je nažloutlá a má tuhou konzistenci. Chuť plodu je sladce navinulá a příjemná. [16]



#### **Blanar**

Odrůda má široce vejčitý, žebernatý tvar s protáhlou stopečnou částí. Slupka je zelenavě žlutá, hladká a pololesklá bez plstnatosti. Dužina má tuhou konzistenci a je nažloutlé barvy. Plod má kyselou a šťavnatou chuť. [16]



#### **BO-3**

Tvar plodu je ploše kulovitý, žebernatý a nepravidelný. Slupka má zelenavě žlutou barvu, je lesklá, hladká a mírně plstnatá. Dužina je nažloutlá s tuhou konzistencí a chuť kyselou bez svíravého pocitu. [16]



### **Brna**

Tvar plodu je vysoce kulovitý. Slupka je žlutá, hladká a mírně plstnatá. Dužina plodu je běložlutá, má tuhou konzistenci a nakyslou chuť. [16]



### **Buchlovice**

Plod má vysoce kulovitý až hruškovitý tvar. Slupka je zelenavě žlutá, mírně plstnatá a hladká. Dužina má zelenavě žlutou barvu a má tuhou konzistenci s chutí sladce navinulou. [16]



### **Ironda**

Tvar plodu je protáhle hruškovitý až citrónový. Slupka má zelenavě žlutou barvu. Dužina je žlutobílá se střední konzistencí, aromatická s chutí navinule sladkou. [16]



### **Izobilní**

Tvar plodu je hruškovitý. Slupka má zelenou barvu a je hladká. Dužina je zelenožlutá a má tuhou konzistenci s nakyslou chutí. [16]



### **Jurák**

Plod má vysoce kulovitý a mírně žebernatý tvar. Slupka je žlutozelená, jemně plstnatá až hladká a lesklá. Dužina je zelenavě žluté barvy s tuhou konzistencí. Plody mají chuť navinulou až nasládlou. [16]



### **Leskovačka**

Plody jsou velké a hruškovitého tvaru. Slupka má žlutozelenou barvu. Dužina má světle žlutou barvu a je šťavnatá. [16]



### **Mir**

Odrůda má kulovitý tvar s vystouplou stopečnou částí. Slupka má žlutozelenou barvu, je hladká, lesklá a jemně plstnatá. Dužina má světle žlutou barvu a je tuhá a šťavnatá. Plod má navinule sladkou chuť. [16]



### **Morava**

Tvar plodu je kulovitý a nepravidelný. Slupka je zelenožlutá, hladká, lesklá a mírně plstnatá. Dužina má žlutozelenou barvu, je hrubozrnná a šťavnatá s chutí kyselou bez tříslovin. [16]



### **Pinter**

Plody mají vysoce kulovitý až válcovitý tvar. Slupka je matná, jemně hrbolatá žlutozeleně zbarvená. Dužina je žlutozeleně zbarvená, má tuhou konzistenci a je mírně kyselá. [16]



### **Pražská**

Tvar plodu je hruškovitý. Slupka má zelenavě žlutou barvu a je hladká. Dužina má tuhou konzistenci, je žlutozeleně zbarvená a je šťavnatá. [16]



### **Triumph**

Odrůda má vysoce kulovitý až hruškovitý tvar. Slupka má zelenavě žlutou barvu, která v oblasti žeber přechází v zelenou. Slupka je mírně lesklá a na povrchu plstnatá. Dužina je šťavnatá, má tuhou konzistenci a je žlutozeleně zbarvená. [16]



### **Ukrajinská**

Tvar plodu je kulovitý. Slupka je zelenožlutě zbarvená a na povrchu plstnatá. Dužina má tuhou konzistenci a je šťavnatá. [16]



### Úspěch

Plod má vysoce kulovitý až soudkovitý tvar, pravidelný bez výrazných žeber. Slupka je zelenožlutě zbarvená, matná a plstnatá. Dužina je zelenožlutá s chutí nakyslou. [16]



## **Dotazník pro senzorické hodnocení Jablka**

Vážení hodnotitelé,  
zhodnoťte prosím předložené vzorky jablek.  
Děkujeme Vám za spolupráci a přejeme dobrou chuť.

Hodnotitel:

Datum:

Čas:

Kód vzorku:

Váš zdravotní stav:                      kuřák / nekuřák  
   spotřebitel / hodnotitel / expert

Jaké je Vaše stanovisko před ochutnáváním?

1. jablka mám velmi rád/a a často je konzumuji
2. jablka nemám příliš rád/a, ale jím je
3. jablka nemám vůbec rád/a, dávám přednost jinému ovoci

### **Vzhled plodu**

(hodnotíme na základě celkového estetického dojmu, kterým na nás plody působí. V úvahu bereme zejména velikost, tvar, vybarvení i tvarovou vyrovnanost plodů).

1. plody nevyhovují ani tvarem, ani vybarvením, ani velikostí-odpudivý
2. nepěkný
3. průměrný
4. pěkný
5. optimální velikost (8 - 10 cm), vynikající tvar a vybarvení, lákavý, krásný

### **Vůně plodu**

1. nevyhovující – velmi silná, nepříjemná
2. slabá, nepříjemná
3. zcela neznatelná, nevýrazná
4. slabá, příjemná
5. vyhovující - silná, příjemná

### **Charakter slupky**

(hodnotíme podle dojmu tloušťky a pevnosti)

1. nevyhovující - velmi silná a pevná, při jídle silně vadí
2. silná, při jídle vadí
3. střední, znatelná, ale nevadí
4. tenká, téměř neznatelná
5. vyhovující - velmi tenká a křehká, při jídle neznatelná

### **Konzistence dužiny**

(hodnotíme na základě dojmu pevnosti, soudružnosti a zrnitosti)

1. nevyhovující - tuhá, hrubozrnná, řídká
2. méně vhodná, drsná nebo částečně moučnatá
3. průměrná, střední
4. velmi dobrá, kvalitní
5. ideální, jemná, křehká

### **Šťavnatost dužiny**

(hodnotíme podle subjektivního dojmu)

1. nevyhovující - suchá
2. málo šťavnatá, sušší
3. středně šťavnatá
4. silněji šťavnatá
5. vyhovující - velmi silně šťavnatá

### **Chuť podle kyselosti dužiny**

1. velmi kyselé, nepříjemná chuť
2. kyselé, ale konzumovatelné
3. středně kyselé
4. nakyslé, slabě kyselé
5. velmi slabě kyselé

### **Chuť podle sladkosti dužiny**

1. nevyhovující - velmi slabě sladké
2. nasládlé
3. středně sladké
4. sladké
5. velmi sladké

### **Chuť podle celkového dojmu**

1. nevyhovující - špatná, podřadná
2. horší
3. střední
4. dobrá, aromatická
5. vynikající, lahodná

*Příloha 16: Senzorická analýza jablek*

<b>Senzorická analýza jablek</b>				
pořadí	vzhled	vůně	charakter slupky	konzistence dužiny
1	HL-173	Mc. I. Wijcik	Bolero	Herald
2	Charlotte	HL-173	HL-91 2.	HL-91 1.
3	Goldcats 9	Waltz	Redcats	Golden Delicious
4	Greencats	Kordona	Kordona	HL-4
5	HL-91 2.	Bolero	HL-393	Mc. I. Wijcik
6	HL-18	Suncats	HL-18	Goldcats 1
7	HL-4	Charlotte	Polka	Jaderničky
8	HL-B 693	Goldcats 9	HL-1651	Sonet
9	Elegance	Rondo	Charlotte	Suncats
10	HL-91 1.	Sonet	Elegance	Goldcats 9
11	Polka	Golden Delicious	HL-B 693	Kordona
12	Redcats	Goldcats 1	Jaderničky	HL-393
13	HL-393	Polka	HL-91 1.	HL-B 693
14	Kordona	HL-393	Golden Delicious	Greencats
15	Herald	HL-91 2.	Mc. I. Wijcik	HL-91 2.
16	Rondo	HL-4	Greencats	HL-597
17	Goldcats 1	HL-1651	Suncats	Charlotte
18	Bolero	Herald	Balerína	Waltz
19	HL-1651	Elegance	Goldcats 1	Polka
20	Golden Delicious	HL-18	Sonet	Rondo
21	Suncats	Greencats	Rondo	HL-1651
22	Mc. I. Wijcik	HL-91 1.	HL-173	Elegance
23	Waltz	Redcats	HL-597	Redcats
24	Jaderničky	HL-B 693	HL-4	Bolero
25	HL-597	HL-597	Goldcats 9	HL-173
26	Sonet	Jaderničky	Waltz	Balerína
27	Balerína	Balerína	Herald	HL-18



*Příloha 17: Senzorická analýza jablek*

<b>Senzorická analýza jablek</b>				
pořadí	šťavnatost dužiny	kyselost dužiny	sladkost dužiny	celkový dojem
1	Mc. I. Wijcik	HL-91 2.	HL-91 2.	Golden Delicious
2	Rondo	HL-173	HL-1651	HL-91 1.
3	Sonet	HL-91 1:	HL-91 1.	Mc. I. Wijcik
4	Goldcats 9	HL-1651	Golden Delicious	HL-91 2.
5	Herald	Golden Delicious	HL-173	Herald
6	HL-4	Jaderničky	Suncats	HL- 393
7	Golden Delicious	HL-18	Rondo	Kordona
8	Goldcats 1	Bolero	HL-18	Goldcats 1
9	Kordona	Redcats	Jaderničky	Sonet
10	HL-597	Charlotte	Sonet	HL-597
11	HL-393	Waltz	Bolero	Charlotte
12	Charlotte	Suncats	Redcats	Bolero
13	Greencats	Elegance	Mc. I. Wijcik	Waltz
14	Jaderničky	Sonet	HL-597	HL-1651
15	HL-B 693	Kordona	Kordona	Rondo
16	HL-91 2.	Rondo	Polka	Polka
17	Polka	Polka	Elegance	Suncats
18	Waltz	Goldcatss 1	Waltz	Goldcats 9
19	Elegance	Herald	Charlotte	Jaderničky
20	HL-173	HL-597	Herald	HL-4
21	HL-18	Greencats	HL-393	HL-173
22	HL-1651	HL-393	Goldcats 1	Elegance
23	HL-91 1.	HL-4	Greencats	Greencats
24	Suncats	Goldcats 9	HL-4	HL-B 693
25	Bolero	Mc. I. Wijcik	Goldcats 9	Redcats
26	Redcats	HL-B 693	Balerína	HL-18
27	Balerína	Balerína	HL-B 693	Balerína